

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2020

N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 24 septembre 2020

Par Charlène Plancq

Née le 03 décembre 1994 à Lesquin - France

**L'empreinte optique : alternative aux méthodes
d'empreintes traditionnelles en cas de limitation
d'ouverture buccale en prothèse maxillo-faciale**

JURY

Président : Monsieur le Professeur Thomas COLARD

Asseseurs : Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE

Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME

Monsieur le Docteur Nicolas HELOIRE

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDEBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Thomas COLARD

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Sciences Anatomiques

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur au Muséum National d'Histoire Naturelle en Anthropologie Biologique

Assesseur à la Recherche

Je vous remercie de l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de
présider ce jury.

Veillez trouver, dans ce travail, le témoignage de ma gratitude et de
mon profond respect.

Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Département Prothèses (58-01)

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)

Responsable des relations avec l'Ordre et les Partenaires Industriels

Je vous remercie de l'honneur que vous m'avez fait en acceptant la direction de cette thèse.

De part votre enseignement, vous m'avez donné goût à cette discipline si complexe qu'est la prothèse maxillo-faciale. Travailler avec vous ensuite, dans ce domaine, fut un plaisir.

Je vous remercie pour toutes les connaissances cliniques et théoriques que vous avez partagées, pour vos conseils si précieux, pour votre accompagnement et pour votre implication, que ce soit au cours de l'année passée à travailler ensemble en clinique ou pour la rédaction de ce travail.

Acceptez le témoignage de mon respect et de ma reconnaissance.

Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Département Prothèses (58-01)

Responsable du département Prothèses

Docteur en Biologie de l'Université de Lille 2

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Master II de l'Université de Lille 2

Je vous remercie de l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de faire partie de ce jury de thèse.

Je vous remercie également pour l'intérêt que vous avez pu porter à la réalisation de ce cas clinique.

Tout au long de mes études, et avec une grande pédagogie, vous avez su transmettre vos connaissances et l'envie d'un travail méthodique et rigoureux.

Veillez trouver, dans ce travail, l'expression de ma reconnaissance et de mon estime sincère.

Monsieur le Docteur Nicolas HELOIRE

Praticien Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master 1 Français Langue Etrangère – Université d'Artois

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales – Lille 2

Master 2 Phonétique et Phonologie – Paris 3

CESB Prothèses – Mention Prothèse Maxillo-Faciale

Je vous remercie de l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de faire partie de ce jury de thèse

Vous observer en période de stage en prothèse maxillo-faciale, votre pédagogie et votre enseignement m'ont donné goût à cette discipline.

La qualité de votre travail, pour laquelle tant de patients vous sont reconnaissants, est un exemple à suivre.

Veuillez trouver, dans ce travail, l'expression de ma reconnaissance et de mon estime sincère.

Table des matières

1. Introduction	17
2. Les limitations d'ouverture buccale	19
2.1 Définition.....	19
2.1.1 Valeurs indicatives de l'ouverture buccale	20
2.1.2 Méthode d'évaluation de l'ouverture buccale	21
2.2 Etiologies des limitations d'ouverture buccale	22
2.2.1 Limitations de l'ouverture buccale en lien avec des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire	22
2.2.2 Etiologie traumatique	23
2.2.3 Etiologie tumorale	23
2.2.4 Etiologie infectieuse	24
2.2.5 Limitation de l'ouverture buccale en lien avec des interventions dentaires..	25
2.2.6 Etiologie médicamenteuse	25
2.2.7 La chimiothérapie	26
2.2.8 La radiothérapie	26
2.2.8.1 Physiopathologie des limitations d'ouverture buccale post-radiques	27
2.2.8.2 Prévalence des limitations d'ouverture buccales post-radiques	27
2.2.8.3 Influence de la dose de rayonnement délivrée sur les limitations d'ouverture buccale	28
2.2.9 Limitation de l'ouverture buccale liée à des troubles du développement / troubles congénitaux	29
2.2.10 Limitation d'ouverture buccale liée à des troubles divers.....	30
2.3 Impact des limitations d'ouverture buccale sur la vie quotidienne	30
2.3.1 Impact sur la qualité de vie.....	31
2.3.2 Impact sur la fonction masticatoire	31
2.3.3 Impact sur la cavité buccale et sur les soins	32
2.4 Rééducation des limitations d'ouverture buccale.....	32
2.4.1 Phase aiguë : traitement initial	32

2.4.2	La physiothérapie	33
2.4.3	Autres traitements.....	34
2.4.4	Dernier recours	34
3.	Particularités des étapes d’empreinte en prothèse maxillo-faciale.....	36
3.1	Les matériaux d’empreinte utilisés en prothèse maxillo-faciale	36
3.1.1	L’alginate.....	36
3.1.2	Les polysulfures	37
3.1.3	Les polyvinylsiloxanes ou silicones par addition	38
3.1.4	Les polyéthers.....	38
3.1.5	Les pates thermoplastiques	39
3.1.6	Le plâtre	39
3.1.7	Tableau récapitulatif des caractéristiques des matériaux d’empreinte et de leur indication en prothèse maxillo-faciale	40
3.2	Les techniques d’empreintes conventionnelles	41
3.2.1	L’empreinte primaire.....	41
3.2.1.1	Objectifs	41
3.2.1.2	Empreinte primaire maxillaire.....	42
3.2.1.3	Empreinte primaire mandibulaire.....	43
3.2.3	L’empreinte secondaire	44
3.2.3.1	Objectifs	44
3.2.3.2	Empreinte secondaire maxillaire	44
3.2.3.3	Empreinte secondaire mandibulaire	49
4.	L’empreinte optique	51
4.1	Présentation de l’empreinte optique	51
4.1.1	Principes généraux de l’empreinte optique	52
4.1.2	Description et présentation des différentes technologies	53
4.1.2.1	La méthode par triangulation	53
4.1.2.1.1	La méthode de triangulation par projection d’un point.....	54
4.1.2.1.2	La méthode de triangulation par projection d’une ligne lumineuse	54

4.1.2.1.3	La méthode de triangulation par projection de masque	55
4.1.2.1.4	La méthode du moiré électronique	56
4.1.2.2	Le balayage parallèle confocal	57
4.1.2.3	Active Wavefront Sampling	59
4.2	Utilisation de l’empreinte optique en prothèse maxillo-faciale	60
4.2.1	Intérêts	60
4.2.2	Limites	61
4.2.3	Exemple d’utilisation de l’empreinte optique en prothèse maxillo-faciale dans la littérature	62
5.	Cas clinique	65
5.1	Situation clinique initiale.....	65
5.1.1.	Motif de consultation.....	65
5.1.2	Antécédents de santé	65
5.1.3	Sémiologie prothétique.....	66
5.1.3.1	Examen exobuccal.....	66
5.1.3.2	Examen endobuccal.....	67
5.1.4	Plan de traitement	70
5.2	Etapas cliniques conventionnelles.....	71
5.2.1	Empreintes primaires.....	71
5.2.1.1	Empreinte primaire maxillaire.....	71
5.2.1.2	Empreinte primaire mandibulaire.....	73
5.2.2	Empreinte secondaire maxillaire	74
5.3	Réalisation de la prothèse à partir de l’empreinte optique	76
5.3.1	Empreinte optique	76
5.3.1.1	Présentation du système d’empreinte optique utilisé	76
5.3.1.2	Réalisation de l’empreinte optique	77
5.3.2	Essayage de l’armature.....	79
5.3.3	Enregistrement des limites de la perte de substance	81
5.3.4	Essayage de l’obturateur	81

5.3.5 Enregistrement de la relation intermaxillaire	82
5.3.6 Essayage de la maquette en cire	82
5.3.7 Livraison.....	84
5.3.8 Doléances	85
6. Conclusion.....	86

1. Introduction

Les pertes de substance des maxillaires peuvent être d'origine congénitale ou acquise. En présence d'une perte de substance des maxillaires, il convient de proposer au patient une réhabilitation prothétique rétablissant l'ensemble des fonctions orales.

Dans les cas de perte de substance des maxillaires d'étiologie cancéreuse, la prise en charge chirurgicale est le plus souvent associée à de la radiothérapie et / ou de la chimiothérapie. Bien qu'il soit possible de préserver la sphère oro-faciale et de limiter les séquelles liées aux traitements des cancers des voies aéro-digestives supérieures, pour de nombreux patients, l'irradiation des articulations temporo-mandibulaires et des muscles masticateurs ne peut être évitée.

Suite au traitement radio-chirurgical, une limitation de l'ouverture buccale peut apparaître. Le mécanisme prépondérant dans son installation est une fibrose des muscles masticateurs survenant quelques mois après l'irradiation. Ce trouble présente un caractère permanent et a des propensions à s'auto-entretenir en s'aggravant.

Les limitations d'ouverture buccale ont pour conséquence principale une dégradation de la qualité de vie des patients touchés, mais elles vont également compliquer les soins bucco-dentaires nécessaires à leur réhabilitation prothétique.

Cette problématique a été rencontrée avec une patiente souffrant d'une perte de substance maxillaire de grande étendue associée à une limitation d'ouverture buccale sévère d'étiologie post-radique. Lors de la réhabilitation prothétique, de nombreuses difficultés ont été rencontrées, notamment lors de la prise des empreintes.

En effet, les techniques d'empreintes conventionnelles se sont avérées inefficaces en raison de la faible ouverture buccale rendant l'insertion d'un porte-empreinte quasiment impossible. Pour pallier à ces difficultés, et permettre une réhabilitation prothétique, l'empreinte optique a été utilisée et s'est avérée être une méthode alternative efficace.

Ce travail a pour objectif de présenter l'empreinte optique comme une solution alternative aux méthodes d'empreintes traditionnelles lorsque ces dernières ont échouées, notamment en prothèse maxillo-faciale, en présence d'une limitation d'ouverture buccale.

Dans un premier temps, les limitations d'ouverture buccale seront définies, leurs étiologies et conséquences seront détaillées, puis la prise en charge des limitations d'ouverture buccale post radiques sera décrite.

Dans un second temps, les particularités des empreintes en prothèse maxillo-faciale seront explicitées, les matériaux d'empreinte et les techniques d'empreinte seront abordés.

Puis, l'empreinte optique et son intérêt en prothèse maxillo-faciale seront présentés.

Enfin, La réhabilitation prothétique de la patiente évoquée précédemment, souffrant d'une perte de substance maxillaire de grande étendue associée à une limitation d'ouverture buccale, sera détaillée.

2. Les limitations d'ouverture buccale

2.1 Définition

Les limitations d'ouverture buccale peuvent être transitoires ou permanentes.

La constriction temporaire des maxillaires est plus communément appelée trismus. Le mot trismus provient du grec « trismós » (ce qui signifie « grincements ») et se réfère à la restriction de l'amplitude de mouvement des mâchoires. Il désigne donc l'incapacité d'une personne à ouvrir normalement sa bouche. La constriction est aiguë ou subaiguë et de durée brève, classiquement inférieure à 2 mois.

Initialement décrit dans le contexte du tétanos, le terme était utilisé pour désigner l'incapacité d'un patient à ouvrir la bouche à la suite du tétanos. Le trismus fait actuellement référence à une ouverture restreinte de la bouche due à une étiologie quelconque.

Parmi les différentes terminologies utilisées dans la littérature, le trismus est également défini comme une contraction tonique des muscles de la mastication et comme une hypo-mobilité mandibulaire qui entraîne une capacité limitée pour ouvrir la bouche. Le trismus est le résultat de la contraction soutenue d'un ou plusieurs muscles de la mastication.

Bien que des restrictions unilatérales puissent survenir, le trismus est par définition un processus bilatéral.

La constriction permanente des mâchoires se caractérise également par une perte du mouvement de l'abaissement mandibulaire mais diffère du trismus par une notion temporelle. En effet, la limitation de l'ouverture buccale est définitive et aucune régression n'est observable dans le temps [1–3].

2.1.1 Valeurs indicatives de l'ouverture buccale

La limitation de l'ouverture buccale a été définie de différentes manières.

La plage normale d'ouverture de la bouche varie d'un patient à l'autre, entre 40 et 60 mm, bien que certains auteurs, tel que Rieder, placent la limite inférieure à 35 mm.

La largeur de l'index au niveau du lit de l'ongle se situe entre 17 et 19 mm. Ainsi, une largeur d'ouverture de deux doigts (40 mm) jusqu'à trois (54–57 mm) est la largeur habituelle de l'ouverture (Figure 1).



Figure 1 : évaluation de l'ouverture buccale – photographie personnelle

Certaines études mesurant l'ouverture buccale chez les hommes et les femmes suggèrent que le sexe peut être un facteur déterminant de l'ouverture mandibulaire verticale. En général, les hommes ont une plus grande ouverture de la bouche [4–6].

D'autres auteurs utilisent une classification plus progressive du trismus, telle que :

- une ouverture buccale > 30 mm indique un trismus léger
- une ouverture buccale comprise entre 15 et 30 mm indique un trismus modéré
- une ouverture buccale < 15 mm indique un trismus sévère [1]

2.1.2 Méthode d'évaluation de l'ouverture buccale

L'utilisation d'une règle ou d'un pied à coulisse est nécessaire pour la mesure de l'ouverture buccale.

Dans un premier temps, un trait délimitant le recouvrement incisif lorsque les deux arcades sont en position d'intercuspidation maximale est marqué.

Ensuite à l'ouverture maximale, la règle est placée au niveau de ce repère et la valeur de l'abaissement mandibulaire est mesurée au niveau du bord libre des incisives maxillaires.

Dans le cadre d'un examen diagnostique d'occlusodontie, la valeur de l'amplitude de l'ouverture buccale pourra être reportée sur le diagramme de Farrar (Figure 2). Ce dernier renseigne la position du dentalé dans le plan frontal. Les amplitudes lors de l'ouverture et de la latéralité sont observées ainsi que le chemin d'ouverture et de fermeture. Ce tracé permet d'émettre une hypothèse diagnostique quant à la nature musculaire ou musculo-articulaire d'une potentielle pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire [7,8].

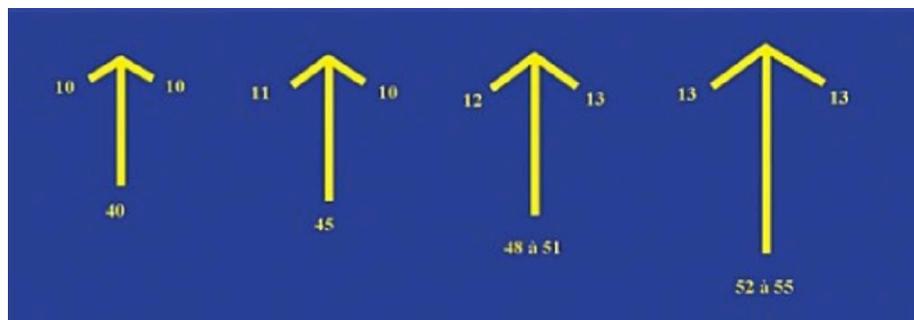


Figure 2 : diagrammes de Farrar normaux – P-H Dupas [8]

L'amplitude lors de l'ouverture est variable selon les individus, elle correspond environ à 4 fois l'amplitude lors de la latéralité.

2.2 Etiologies des limitations d'ouverture buccale

Plusieurs conditions peuvent amener ou prédisposer un individu à développer une limitation de l'ouverture buccale. Les étiologies peuvent être classées comme suit :

- troubles de l'articulation temporo-mandibulaire
- traumatique
- tumorale
- infectieuse
- en lien avec des interventions dentaires
- médicamenteuse
- chimiothérapie
- radiothérapie
- problèmes congénitaux et troubles du développement
- troubles divers

2.2.1 Limitations de l'ouverture buccale en lien avec des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire [2–4]

Les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) peuvent être divisés en problèmes extra-capsulaires (principalement myofasciaux) et en problèmes intra-capsulaires (déplacement du disque, arthrite, fibrose, ankylose). Les problèmes intra-capsulaires sont souvent causés par des traumatismes.

La suspicion d'un traumatisme ou d'une luxation de l'ATM doit être envisagée chez les patients jeunes atteints de dysphagie et de limitation d'ouverture buccale mais n'ayant pas d'étiologie infectieuse grave.

2.2.2 Etiologie traumatique [2–4]

- Blessure directe aux muscles de la mastication / hématome :

Un hématome ou un œdème, en lien avec une lésion des muscles masticateurs allant de la simple contusion à l'écrasement voire à l'arrachement musculaire, peuvent être à l'origine d'une limitation de l'ouverture buccale.

- Fracture ou luxation de la mandibule ou de l'arc zygomatique :

Les fractures, en particulier celles de la mandibule, peuvent entraîner une ouverture limitée de la mâchoire. Selon le type de blessure et la direction de la force traumatique, des fractures de la mandibule peuvent survenir à différents endroits, produisant une hypo-mobilité mandibulaire.

Une autre cause relativement rare de limitation d'ouverture buccale observée en pratique courante est le traumatisme de l'arc zygomatique et du complexe zygomatoc-maxillaire qui interfère avec le mouvement du processus coronoïde.

- Contusion de l'articulation temporo-mandibulaire
- Ménisque déplacé
- Iles osseuses intra articulaire / corps étrangers

Des cas de limitation d'ouverture buccale ont été rapportés en raison de l'incorporation accidentelle de corps étrangers au sein de la fosse infra-temporale ou de l'espace ptérygo-mandibulaire. Ce corps étranger peut provoquer une limitation de l'ouverture buccale due à une lésion des structures avoisinantes ou à l'infection déclenchée par le matériau septique.

2.2.3 Etiologie tumorale [2–4]

- Carcinome pharyngé
- Tumeur de la glande parotide
- Autres maladies néoplasiques de la mâchoire ou de l'articulation temporo-mandibulaire

Suivant la localisation tumorale (plancher buccal, langue, trigone rétro-molaire, amygdales etc), certaines particularités fonctionnelles et physiques seront observables.

Par exemple, en cas de localisation au niveau du trigone rétro-molaire, l'infiltration des muscles masticateurs est précoce et la limitation de l'ouverture buccale est alors un signe prédominant.

C'est un problème dans le traitement des patients atteints de limitation d'ouverture buccale car il existe un risque d'erreur de diagnostic du patient atteint d'une maladie néoplasique, primaire ou métastatique, dans la région épi-pharyngée, la glande parotide, les mâchoires ou l'articulation temporo-mandibulaire.

Un examen clinique et radiographique approfondi doit donc être effectué pour éliminer une possibilité néoplasique.

2.2.4 Etiologie infectieuse [2–4]

Les infections provoquant une limitation de l'ouverture buccale peuvent être de nature odontogène ou non odontogène.

Les infections odontogènes ont trois origines principales :

- pulpaire
- parodontale
- péri-coronaire : la péri-coronarite de la dent de sagesse enclavée (surtout mandibulaire) est l'étiologie la plus fréquente dans la tranche d'âge de 18 à 25 ans

Les infections non odontogènes telles que l'arthrite pyogénique, l'ostéomyélite de la mandibule, l'amygdalite, le tétanos, la méningite, les abcès parotidiens, péri amygdaliens ou autres pharyngiens et les abcès cérébraux, etc, peuvent également provoquer un limitation de l'ouverture buccale.

2.2.5 Limitation de l'ouverture buccale en lien avec des interventions dentaires [2–4]

Les interventions chirurgicales buccales comprenant un temps osseux, à type de chirurgie de l'articulation temporo-mandibulaire, chirurgie orthognathique, pose d'implants ou avulsions dentaires (principalement les dents de sagesse mandibulaires) entraînent souvent un œdème réactionnel pouvant provoquer une limitation de l'ouverture buccale. Cette dernière peut également naître d'une complication infectieuse secondaire à l'intervention ou d'un traumatisme direct causé à l'articulation temporo-mandibulaire.

Une autre cause fréquente de limitation d'ouverture buccale souvent observée en pratique générale est l'ouverture limitée de la bouche qui se produit 2 à 5 jours après une anesthésie à l'épine de Spix. Ceci est généralement attribué à un positionnement imprécis de l'aiguille.

2.2.6 Etiologie médicamenteuse [2–4]

- Les antidépresseurs tricycliques
- Les neuroleptiques

La limitation d'ouverture buccale fait partie des effets secondaires neurologiques aigus pouvant survenir après le début du traitement.

Le plus fréquemment ce sont les neuroleptiques prescrits dans un contexte psychiatrique qui sont en cause, par exemple : les phénothiazines ou l'halopéridol.

Des neuroleptiques se trouvent également dans des médicaments de pratique médicale courante dans des indications non psychotropes, par exemple le métoclopramide qui est un antiémétique.

- La succinylcholine

Il s'agit du seul curare dépolarisant utilisé en anesthésie afin de provoquer un relâchement musculaire. Plusieurs cas relatant la survenue d'un spasme des masséters suite à l'administration de succinylcholine ont été rapportés

- Les antihistaminiques

Certaines molécules telles que la doxylamine et la diphenhydramine se sont révélées occasionnellement responsables de dyskinésies avec limitation d'ouverture

buccale. La doxylamine est un médicament indiqué dans le traitement des insomnies occasionnelles de l'adulte. La diphenhydramine est communément utilisée en présence de symptômes allergiques.

Ces médicaments font partie des substances les plus courantes, susceptibles de provoquer une limitation d'ouverture buccale comme effet secondaire.

2.2.7 La chimiothérapie [2]

Les cellules de la muqueuse buccale ont un taux de croissance élevé et sont sensibles aux effets toxiques de la chimiothérapie, pouvant conduire à une stomatite. La sévérité de la stomatite est liée à la dose. Bien que les dommages soient réversibles, cette condition peut entraîner de graves malaises, des douleurs, une limitation de l'ouverture buccale et des difficultés à avaler.

2.2.8 La radiothérapie [2–4]

La radiothérapie, est couramment utilisée pour traiter le carcinome épidermoïde de la tête et du cou et les lymphomes régionaux.

Le principal avantage de la radiothérapie dans le traitement du cancer de la bouche est la préservation des tissus et de la fonction. Cependant, des complications peuvent survenir, en fonction des tissus sains se trouvant sur le trajet du faisceau de rayonnement, de la quantité de rayonnement émise et de la durée du traitement.

- Une ostéo-radionécrose peut survenir, entraînant douleur, limitation de l'ouverture buccale, suppuration et parfois une plaie nauséabonde. Elle survient en moyenne 2 ans après l'irradiation suite à une effraction muqueuse.
- Une fibrose peut survenir lorsque les muscles de la mastication se trouvent dans le champ des radiations. Cela provoque une limitation de l'ouverture buccale et réduit l'amplitude des mouvements.

2.2.8.1 Physiopathologie des limitations d'ouverture buccale post-radiques [1,9,10]

La radiothérapie induit des modifications fibreuses avec contracture des structures de la mastication, y compris des muscles masséters et ptérygoïdiens, des lésions de l'innervation neurale et une dégénérescence de l'articulation temporo-mandibulaire.

Ces modifications peuvent entraîner une réduction considérable de l'ouverture de la bouche.

Le plus souvent, la limitation de l'ouverture buccale est liée à la perte de fonction articulaire, d'étiologie multifactorielle. Au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire, les deux compartiments nécessaires à la mobilité sont atteints ; un amincissement cartilagineux et une raréfaction ainsi qu'un épaissement du liquide synovial, pouvant aboutir à l'immobilisation complète de l'articulation, sont observables [3].

L'atteinte musculaire représentée par une prolifération fibroblastique anormale à l'origine d'une fibro-atrophie musculaire concerne principalement les muscles ptérygoïdiens et masséters [3].

La prolifération anormale de fibroblastes constitue le principal changement dans ces réactions. Des fibroblastes atypiques et une grande quantité de matrice extracellulaire sont présents dans les zones touchées.

La fibrose peut être cliniquement présentée comme une contracture des muscles masticateurs et peut donc réduire le degré de mouvement de l'articulation temporo-mandibulaire. La limitation de l'ouverture buccale complique alors les soins dentaires post-radiations.

La limitation d'ouverture buccale a été reconnue comme le troisième effet secondaire du traitement oncologique [9].

2.2.8.2 Prévalence des limitations d'ouverture buccale post-radiques [1,9]

Une limitation d'ouverture buccale est fréquemment observée chez les patients souffrant de tumeur maligne de la tête et du cou.

La prévalence de la limitation d'ouverture buccale dépend principalement du site et de la taille de la tumeur, celle-ci étant plus élevée chez les patients atteints de tumeurs proches de l'appareil de mastication.

Des informations détaillées sur la prévalence de la limitation d'ouverture buccale, provenant d'études de groupes mixtes de patients atteints d'un cancer de la tête et du cou, concernant le site et le type de tumeur, sont fournies dans les études d'Ichimura et Tanaka [11] et Louise Kent et al [12,13]. Une limitation d'ouverture buccale serait présente chez :

- 5 à 32% des patients traités pour un cancer du sinus maxillaire.
- 0 à 69% des patients traités pour un cancer de la bouche et de l'oropharynx.
- 0 à 36% des patients traités pour un cancer du nasopharynx.
- 3 à 26% des patients traités pour de grandes tumeurs non résécables.
- 2 à 16% des patients traités pour des tumeurs récurrentes.

La variabilité de la prévalence peut être attribuée à des différences dans la conception de la recherche, dans la méthode d'évaluation et dans les critères utilisés pour définir la limitation de l'ouverture buccale.

L'ouverture de la bouche après une radiothérapie de la tête et du cou diminue en moyenne de 18 à 32% par rapport à l'ouverture de la bouche initiale.

Environ deux tiers de la réduction totale de l'ouverture buccale est observée dans les 9 premiers mois suivant le début de la radiothérapie. Ensuite le processus devient plus lent mais peut se poursuivre au cours des années suivantes.

2.2.8.3 Influence de la dose de rayonnement délivrée sur les limitations d'ouverture buccale [1,9]

Plus la dose délivrée aux tissus concernés est élevée, plus la diminution de l'ouverture buccale est importante.

Les études montrent clairement une corrélation significative entre la dose absorbée par les structures de mastication et l'ouverture de la bouche.

Une limitation d'ouverture buccale est plus susceptible d'être provoquée par des niveaux supérieurs à 60 Gy.

Les études dosimétriques ont montré une augmentation de la probabilité de limitation d'ouverture buccale de 24% par 10 Gy supplémentaires délivrés aux muscles ptérygoïdiens, avec des doses aussi faibles que 15 Gy entraînant une altération fonctionnelle.

Les patients qui ont déjà été irradiés et qui sont traités pour une récurrence semblent présenter un risque de limitation d'ouverture buccale plus élevé que ceux qui reçoivent leur premier traitement. Ceci confirme que les effets de la radiothérapie sur les tissus à l'intérieur du volume irradié sont cumulatifs au fil du temps.

2.2.9 Limitation de l'ouverture buccale liée à des troubles du développement / troubles congénitaux [2–4]

- Agénésie ou hypoplasie de l'articulation temporo-mandibulaire

Il existe parfois des lésions congénitales se traduisant par une agénésie ou une hypoplasie de l'articulation temporo-mandibulaire. Le plus souvent, ces anomalies intéressent à un degré plus ou moins sévère la branche montante ou l'hémi-mandibule ; il est exceptionnel que ces malformations n'atteignent que l'articulation. Ces atteintes entraînent un retentissement régional avec en particulier des troubles de l'occlusion.

- Hypertrophie du processus coronoïde

Une limitation d'ouverture buccale peut résulter d'une hypertrophie du processus coronoïde provoquant une interférence des processus coronoïdes contre le bord antéro-médial de la crosse zygomatique. Les mouvements mandibulaires sont limités dans toutes les directions rendant l'élocution et la mastication difficiles.

- Myosite ossifiante progressive

Cela correspond à une métaplasie osseuse du tissu interstitiel du muscle. Des ossifications multiples hétérotopiques sont présentes au niveau des muscles, des fascias, des tendons et des ligaments. 80% des patients présentent une limitation de l'ouverture buccale à l'âge adulte.

- Pathologies malformatives cranio-faciales

Il s'agit d'un ensemble de syndromes ayant comme caractère commun l'existence dans leur présentation clinique de contractures faciales anormales et de

raideurs articulaires qui se manifestent au niveau des articulations touchées par une réduction de l'amplitude de mobilité. On retrouve par exemples ;

- le syndrome de Hecht ou trismus pseudo camptodactylie : combinaison rare d'anomalies de la main du pied et de la bouche et de trismus.
- le syndrome de Freeman – Sheldon
- le syndrome de Schwartz – Jampel [3]

2.2.10 Limitation d'ouverture buccale liée à des troubles divers [2–4]

Il existe d'autres causes de limitation d'ouverture buccale parmi lesquelles on retrouve :

- des pathologies du tissu conjonctif comme le lupus érythémateux ou la sclérodermie systémique. La sclérodermie systémique se caractérise pas une fibrose cutanée entraînant une limitation de l'ouverture buccale.
- certaines affections psychiatriques comme l'hystérie.
- des pathologies inflammatoires, pour lesquelles la limitation d'ouverture buccale peut être l'aboutissement de l'atteinte sévère de l'articulation temporo-mandibulaire. Cette atteinte est la plus fréquente dans le cadre des maladies inflammatoires telles que la polyarthrite rhumatoïde ou la spondylarthrite ankylosante.

2.3 Impact des limitations d'ouverture buccale sur la vie quotidienne

Une limitation de l'ouverture buccale affecte directement de nombreux aspects de la vie quotidienne tels que la mastication, la déglutition, la parole et le maintien de l'hygiène buccale. L'apport nutritionnel et les conditions d'hygiène peuvent se détériorer sérieusement conduisant à la malnutrition, une perte de poids et des difficultés de traitements dentaires [10,14].

Plusieurs études ont montré qu'une limitation de l'ouverture buccale a une incidence néfaste sur la qualité de vie [14].

2.3.1 Impact sur la qualité de vie

Une étude a révélé que les patients atteints de limitation d'ouverture buccale avaient une qualité de vie plus spécifique au niveau de la tête et du cou en terme de contact social, sexualité, dents, ouverture de bouche, bouche sèche, sensation de maladie, carence nutritionnelle et perte de poids par rapport aux patients sans limitation d'ouverture buccale.

Il a également été démontré que les patients présentant une déficience de la fonction orale étaient plus susceptibles d'avoir un état émotionnel sévèrement déprimé par rapport à ceux dont la fonction orale était normale.

Une explication possible de limitation d'ouverture buccale affectant l'état psychologique des patients, est que l'ouverture restreinte de la bouche peut nuire aux activités de la vie quotidienne, telles que parler, boire, mâcher et avaler, ce qui peut avoir des effets indirects ou directs sur le fonctionnement psychologique [15].

Par exemple, des difficultés à parler peuvent pousser certaines personnes à se renfermer sur elle-même.

2.3.2 Impact sur la fonction masticatoire

Une limitation d'ouverture buccale affecte la fonction de mastication, conduisant à des problèmes nutritionnels.

L'état nutritionnel et la fonction de mastication sont des facteurs significatifs associés à une limitation d'ouverture buccale et la plupart des patients modifient leurs habitudes alimentaires [15].

Dans les cas extrêmes, les patients ne pouvant pas manger de nourriture de consistance normale sont contraints d'utiliser des aliments en purée ou en liquide, et une alimentation par sonde entérale est parfois nécessaire [1,9].

Les limitations d'ouverture buccale interfèrent donc avec l'alimentation et diminuent la qualité de vie [15].

2.3.3 Impact sur la cavité buccale et sur les soins

Parmi les autres conséquences négatives des limitations d'ouverture buccale, il convient de citer les difficultés d'hygiène buccale liées à l'augmentation du risque d'infections buccales et de problèmes dentaires [9].

Une ouverture buccale restreinte va entraver l'inspection de la cavité buccale et les soins dentaires. Cela va également compliquer le suivi oncologique.

De plus, chez les patients atteints d'un cancer buccal qui utilisent un obturateur après une maxillectomie, une limitation de l'ouverture buccale peut limiter la maintenance post-opératoire appropriée de l'appareil.

Enfin l'intubation peut être très difficile à réaliser et dans certains cas, une trachéotomie sera nécessaire [1].

2.4 Rééducation des limitations d'ouverture buccale

2.4.1 Phase aiguë : traitement initial

Le traitement des limitations d'ouverture buccale varie en fonction du facteur étiologique.

Lorsqu'un patient fait état d'une douleur et d'un dysfonctionnement léger, un rendez-vous d'examen doit être organisé. En attendant, le praticien doit prescrire ce qui suit :

- thérapie thermique
- analgésiques
- une alimentation molle
- relaxants musculaires si nécessaires

La thermothérapie consiste à placer des serviettes chaudes et humides sur la zone touchée toutes les heures pendant 15 à 20 minutes.

L'aspirine est généralement suffisante pour gérer la douleur associée au trismus ; ses propriétés anti-inflammatoires sont également bénéfiques [4]. Cela va encourager les patients à initier des mouvements de la mâchoire et donc à commencer une

physiothérapie [10]. Un analgésique narcotique peut être nécessaire si l'inconfort est plus intense. Si nécessaire, du diazépam (2,5 à 5 mg trois fois par jour) ou une autre benzodiazépine peuvent être prescrits pour la relaxation musculaire [4].

2.4.2 La physiothérapie

Lorsque la phase aiguë est terminée, il faut conseiller au patient d'initier une physiothérapie.

L'exercice thérapeutique vise à élargir l'ouverture de la bouche en renforçant la musculature, en améliorant la mobilité, la souplesse, ainsi que l'élasticité de l'articulation temporo-mandibulaire et en améliorant la circulation sanguine [9].

Cet exercice est principalement axé sur la réalisation d'exercices d'ouverture de la bouche [10].

Différents types d'exercices peuvent être proposés [16] :

- des exercices à réaliser seul ou à l'aide d'un kinésithérapeute :
 - o protraction de la langue vers le bas
 - o forcer l'ouverture buccale contre résistance
 - o ouverture buccale avec les doigts
 - o contraction des muscles du cou en avançant la tête
 - o massage du masséter
 - o ouverture en s'aidant d'une pince à linge

- des exercices réalisés par un ostéopathe :
 - o la technique de spray and stretch selon Travell et Simons : l'ostéopathe demande au patient d'ouvrir la bouche au maximum puis pulvérise un spray froid sur les fibres douloureuses.
 - o la technique de stretching : l'ostéopathe étire les masséters à l'aide d'une main placée sur le front et une autre sur le menton

Les résultats pour les limitations d'ouverture buccale induites par la radiothérapie ont montré une augmentation de l'ouverture maximale inter-incisale de 5 mm après la thérapie par l'exercice [14].

Une augmentation de l'ouverture de la bouche a été rapportée dans la majorité des études, même si, dans beaucoup d'entre elles, l'ouverture finale moyenne de la bouche était toujours inférieure à 35 mm, ce qui suggère que même après le traitement, une proportion de patients souffrait toujours de limitation d'ouverture buccale.

Aucune technique d'exercice ne s'est avérée supérieure aux autres et les résultats ont été influencés par l'observance des exercices, la chimiothérapie, le protocole d'exercice et l'intervalle de temps entre le traitement oncologique et le début des exercices (le plus tôt possible étant le meilleur) [9,10].

2.4.3 Autres traitements

Les mesures conservatrices telles que la thérapie par oxygène hyperbare ou l'utilisation de pentoxifylline n'ont montré aucune amélioration convaincante de la limitation d'ouverture buccale.

La même chose a été observée pour les injections de toxine botulique dans les muscles de la mastication, bien qu'elles puissent effectivement réduire la douleur locale produite par les spasmes musculaires associés à la limitation d'ouverture buccale [9,10].

2.4.4 Dernier recours

Des interventions chirurgicales telles que la coronoïdectomie et l'ouverture forcée de la bouche sous anesthésie générale peuvent être envisagées si les stratégies non invasives susmentionnées sont inefficaces. Ces dernières sont généralement considérées comme un dernier recours dans la gestion des limitations d'ouverture buccale en raison de la nature invasive et des effets secondaires imprévisibles [10].

L'ouverture forcée de la bouche sous anesthésie générale peut améliorer l'ouverture buccale, mais l'effet est généralement de courte durée et la procédure est moins

contrôlée et présente un risque considérable de fracture et de rupture des tissus mous adjacents [9].

Le traitement chirurgical est une option pour les patients sans maladie maligne connue, avec une limitation d'ouverture buccale réfractaire à la thérapie physique. La coronoidectomie s'est révélée efficace en augmentant la distance inter-incisive d'au moins 20 mm. En outre, tous les patients ont maintenu une distance inter-incisive égale ou supérieure à 35 mm pendant 6 à 12 mois après la procédure [9].

3. Particularités des étapes d’empreinte en prothèse maxillo-faciale

Un grand nombre de patients rencontrés dans les services de prothèse maxillo-faciale ont reçu un traitement radio-chirurgical pour traiter un cancer des voies aéro-digestives supérieures. Fréquemment, ce type de traitement aboutit à une limitation d’ouverture buccale, compliquant la réhabilitation prothétique de ces patients, pourtant déjà délicate.

Une réhabilitation prothétique en prothèse maxillo-faciale doit respecter les règles prothétiques de base que sont les règles de rétention, stabilisation et sustentation, auxquelles s’ajoute l’étanchéité.

La prise d’empreintes est une étape compliquée mais déterminante pour la réalisation de la future prothèse, et pour laquelle des adaptations doivent être faites en terme de matériaux (Tableau 1) et de technique d’empreinte.

3.1 Les matériaux d’empreinte utilisés en prothèse maxillo-faciale

3.1.1 L’alginate [17,18]

Les hydrocolloïdes irréversibles, ou alginates, sont les matériaux d’empreinte les plus utilisés en dentisterie.

Ces matériaux sont classés selon leur capacité à enregistrer les détails. Ils sont divisés en 3 classes :

- classe A : ce sont les alginates de haute définition, indiqués pour la confection d’inlays ou de couronnes.
- classe B : ce sont les alginates traditionnels indiqués pour la réalisation d’empreintes en prothèse amovible.
- classe C : ce sont les alginates principalement utilisés pour la réalisation de modèles d’études et de modèles antagonistes.

L'alginat est un matériau de choix en prothèse maxillo-faciale pour les empreintes primaires.

Il bénéficie d'un temps de prise rapide et a pour caractéristique d'être compressif et de présenter une certaine résistance au déchirement, bien que cette dernière soit beaucoup plus faible que celle des différents élastomères.

Sa précision d'enregistrement peut être améliorée par une enduction préalable avant l'insertion du porte-empreinte.

Enfin, l'utilisation d'eau glacée permet d'allonger le temps de prise et de faciliter la prise de l'empreinte.

Cependant, l'alginat est sujet à des variations dimensionnelles, la précision de l'empreinte ne pourra être conservée au delà d'une heure, même dans un milieu saturé d'humidité. En effet :

- le matériau se contracte par évaporation d'eau à l'air libre
- le matériau se dilate par absorption lorsqu'il est en immersion

3.1.2 Les polysulfures [17,18]

Ce sont les plus anciens élastomères de synthèse utilisés en dentisterie. Ils sont particulièrement indiqués en prothèse amovible lorsqu'un enregistrement muco-dynamique des surfaces muqueuses est souhaitable.

Ces matériaux élastiques, utilisables sous différentes viscosités (light et regular) présentent de nombreux atouts en prothèse maxillo-faciale :

- ils sont hydrophobes : cela les rend utilisables chez des patients présentant une sécheresse buccale ou une fragilité muqueuse.
- ils présentent d'excellentes qualités d'enregistrement (précision) et de bonnes qualités mécaniques. Ils possèdent notamment une grande élasticité leur permettant de franchir les contre-dépouilles.

Leur inconvénient majeur est lié à la durée du temps de travail, assez long (7 minutes), pouvant être problématique pour les patients aux conditions d'ouverture buccale limitées et potentiellement algiques.

3.1.3 Les polyvinylsiloxanes ou silicones par addition [17,18]

Ces élastomères de silicone offrent de nombreuses options d'utilisation pour s'adapter aux différentes indications cliniques. Ils sont habituellement utilisés pour enregistrer les préparations destinées aux restaurations prothétiques fixées mais peuvent également être utilisés pour différentes techniques d'empreinte. Ils peuvent notamment être utilisés en prothèse maxillo-faciale pour la réalisation d'une empreinte fragmentée de Soulet.

Ces silicones présentent de nombreuses propriétés utiles en prothèse maxillo-faciale :

- ils sont hydrophobes : cela les rend également utilisables chez des patients présentant une sécheresse buccale ou une fragilité muqueuse.
- ils présentent de nombreuses propriétés mécaniques :
 - o excellente stabilité dimensionnelle : ils sont inaltérables et leurs propriétés ne se modifient pas dans le temps. La décontamination par immersion est sans effet sur leur stabilité dimensionnelle.
 - o élasticité
 - o résistance à la rupture
 - o résistance au cisaillement

Le retrait de l'empreinte pourra s'effectuer sans difficulté quelles que soient les contre-dépouilles.

3.1.4 Les polyéthers [17,18]

Les polyéthers présentent un intérêt certain pour réaliser le joint périphérique des empreintes secondaires en prothèse amovible. Ils sont également indiqués en prothèse fixée pour l'enregistrement de préparations cavitaires et périphériques. Enfin, leur grande rigidité leur donne aujourd'hui un nouvel élan dans la réalisation des empreintes implantaires.

Concernant leurs propriétés, les polyéthers sont thixotropes et hydrophiles, offrant une meilleure reproductibilité des surfaces.

Ils présentent d'excellentes qualités mécaniques et de précision surfacique.

Leur importante rigidité, lorsque la prise est achevée, rend la désinsertion délicate en présence de contre-dépouilles.

3.1.5 Les pâtes thermoplastiques [17,18]

Les pâtes thermoplastiques sont l'un des plus anciens matériaux utilisés en dentisterie pour la prise d'empreinte.

Elles restent aujourd'hui classiquement utilisées pour effectuer l'enregistrement du joint périphérique des empreintes secondaires en prothèse amovible, et pour aménager les porte-empreintes du commerce.

Ce sont des matériaux de haute viscosité et de fait imprécis. Leur viscosité fluctue rapidement dans l'intervalle 45-55°, ils se prêtent donc mal à l'enregistrement des détails.

Refroidis, ils deviennent cassants et ne peuvent être retirés sans déformation ou fracture de zone en retrait. Ils sont donc intolérants au franchissement des contre-dépouilles.

Ces pâtes sont maintenant peu utilisées en prothèse maxillo-faciale car elles exposent au risque de lésion muqueuse (nécessité de chauffer la pâte à 50-55°). Elles restent néanmoins indiquées dans certaines situations.

3.1.6 Le plâtre [17,19]

Le plâtre à empreinte, ou type 1, est utilisé pour enregistrer de manière statique, lors de l'empreinte primaire, les surfaces muqueuses de l'édenté total.

Le plâtre est un matériau très fidèle, hydrophile et non compressif ayant pour avantage d'être autoportant. Il est, dans certains cas, applicable directement en bouche.

Les plâtres d'empreinte sont aujourd'hui peu utilisés car ils présentent certains inconvénients. En effet, leur manipulation n'est pas aisée et peut être inconfortable pour les patients. De plus, ils possèdent de faibles propriétés mécaniques qui les rendent difficilement utilisables en présence de zones de contre-dépouilles.

Il existe également d'autres types de plâtres, utilisés pour la confection des modèles de travail.

3.1.7 Tableau récapitulatif des caractéristiques des matériaux d'empreinte et de leur indication en prothèse maxillo-faciale

Matériau	Type d'empreinte	Hydrophilie	Résistance au déchirement / Elasticité / Déformation	Temps de travail / Temps de prise	Stabilité dimensionnelle	Indication en prothèse maxillo-faciale
Alginate	I ou II	+	+	+	-	++
Polysulfures	II	-	++	-	+	++
Silicones par addition	I, II, Marginage	-	++	+	++	++
Polyéthers	II	+	+	+	++	+
Pâtes thermoplastiques	I, Marginage	-	-	-	++	-+
Plâtre	I	+	-	-	++	-+

Tableau 1 : récapitulatif des principales caractéristiques cliniques des matériaux d'empreinte – Vigarios et al – Nadia et al. [18,20]

3.2 Les techniques d'empreinte conventionnelles

La prise d'empreinte en prothèse maxillo-faciale est une étape délicate puisque les séquelles engendrées par la chirurgie et la radiothérapie sont nombreuses et seront autant d'obstacles à franchir afin de parvenir à une réhabilitation prothétique satisfaisante [21].

La réalisation des empreintes rencontre plusieurs difficultés inhérentes :

- aux conditions opératoires : limitation d'ouverture buccale, latéro-déviations mandibulaires
- aux conditions salivaires (viscosité, rareté ou absence)
- à la fragilité muqueuse secondaire aux traitements adjuvants oncologiques
- à l'anatomie des éléments à enregistrer (large cavité d'exérèse, reconstruction chirurgicale, fente palatine) [18]

Il faudra également tenir compte, dans le choix des moyens, de plusieurs facteurs qui sont :

- le siège de la résection
- le type d'édentement et l'état de la denture
- l'ancienneté de l'intervention et l'importance de la rétraction fibreuse
- l'âge du patient et ses capacités de coopération [19]

3.2.1 L'empreinte primaire

3.2.1.1 Objectifs

Les empreintes primaires en prothèse maxillo-faciale, comme en prothèse conventionnelle, doivent permettre d'enregistrer les surfaces d'appui avec fidélité afin d'obtenir une reproduction des tissus non mobilisables et de réaliser un porte-empreinte individuel [18].

3.2.1.2 Empreinte primaire maxillaire

Une adaptation au cas par cas sera nécessaire compte tenu des spécificités imposées par la perte de substance et sa reconstruction [18].

Pour les petites pertes de substance maxillaire [19]:

Lorsque la denture est en bon état et offre des éléments de rétention suffisants, une plaque palatine qui épouse le pourtour de la perte de substance en y pénétrant le moins possible est suffisante.

Dans ce cas, l'empreinte est prise à l'alginate après avoir comblé le fond de la perte de substance avec une mèche vaselinée. Cette mèche ne doit pas être tassée pour se laisser facilement déprimer par l'alginate et ne doit pas empiéter sur les bords de la perforation.

L'empreinte est ensuite coulée au plâtre dur.

Si le patient est édenté complet alors la stabilité ne pourra être obtenue que par une empreinte périphérique étanche.

Pour l'empreinte primaire, la technique reste la même, elle est prise à l'alginate après comblement du fond de la perte de substance avec une mèche vaselinée. L'empreinte est coulée en plâtre, puis la méthode de l'obturateur en cire de Ponroy et Psaume, détaillée plus tard, pourra être utilisée pour l'empreinte secondaire.

Pour les grandes pertes de substance maxillaire [19]:

Pour la réalisation d'un obturateur rigide, donc solidarisé à la prothèse et indiqué chez des sujets dentés porteurs d'une perte de substance bien limitée, l'empreinte primaire est prise à l'alginate. Elle est réalisée avec un porte-empreinte standard en matière plastique, ajusté en le découpant et en ajoutant les extensions de cire nécessaires.

Des compresses vaselinées sont placées dans les zones de forte contre-dépouille.

Il n'est pas indispensable que l'empreinte donne une reproduction complète de la perte de substance, puisque les zones de contre-dépouille seront peu exploitées pour ce type

d'obturateur. Par contre, l'empreinte doit être parfaite au niveau de l'arcade dentaire, de la partie saine de la voûte palatine et du vestibule.

L'empreinte est ensuite coulée en plâtre dur et va permettre la confection d'un porte-empreinte individuel.

Pour la réalisation d'un obturateur souple, donc indépendant et indiqué pour des édentés complets ou de vastes pertes de substance intéressant plus de la moitié de la voûte palatine, une empreinte de la perte de substance est réalisée. L'empreinte est prise avec de l'alginat après avoir pris des précautions pour éviter que le matériau d'empreinte ne s'engage dans des replis inaccessibles.

L'empreinte doit donner une reproduction exacte des bords mais aussi du fond de la perte de substance.

L'empreinte est coffrée avec une feuille de cire puis coulée et l'obturateur est réalisé.

3.2.1.3 Empreinte primaire mandibulaire

En présence d'une perte de substance, on s'efforce toujours de restaurer la statique de la mandibule par une greffe osseuse ou une endo-prothèse bien que cette reconstitution ne soit pas toujours possible [19].

La prise de l'empreinte primaire reste classique, elle se fait à l'aide d'un hydrocolloïde irréversible tel que l'alginat [19,21–23].

Dans le cas où le patient est édenté complet, des porte-empreintes de type Schreiner peuvent être utilisés pour la réalisation de l'empreinte primaire.

Dans le cas où le patient est encore denté, des porte-empreintes perforés en plastique, ou métalliques, sont utilisés.

Les porte-empreintes vont subir des modifications afin de permettre au matériau d'empreinte de bien diffuser et donc d'enregistrer les zones exploitables. Leur adaptation doit être vérifiée en bouche [19,21,22].

3.2.3 L’empreinte secondaire

3.2.3.1 Objectifs

L’empreinte secondaire va permettre de préciser l’état de surface des zones d’intérêt ainsi que les limites et volumes des futurs bords prothétiques.

Cette empreinte va permettre l’enregistrement du jeu de la musculature périphérique, garant d’une bonne rétention, stabilité et étanchéité [18]

3.2.3.2 Empreinte secondaire maxillaire

Suite à la réalisation de l’empreinte primaire, le modèle est coulé en plâtre et un porte-empreinte individuel est fabriqué sur ce modèle, permettant ainsi la réalisation de l’empreinte secondaire.

Selon les cas, différents types de porte-empreintes individuels peuvent être fabriqués pour réaliser l’empreinte secondaire.

Pour les petites et moyennes pertes de substance maxillaire [19]:

Une des principales méthodes utilisable est la méthode de l’obturateur en cire de Ponroy et Psaume, légèrement modifiée.

Pour cette technique :

- Un porte-empreinte individuel en résine (perforé ou non) est préparé sur le modèle primaire.
- Puis, un obturateur en cire rose (ou en pâte de Kerr) qui s’adapte parfaitement à la perte de substance est préparé sur le modèle. Cet obturateur pénètre 1 mm au delà de la ligne indiquant la zone de contre dépouille. La base de cette pièce déborde sur la voûte palatine de 2 mm environ. Une forme géométrique est taillée sur la base de manière à ce que l’obturateur en cire retrouve aisément sa place dans l’empreinte finale (Figure 3).

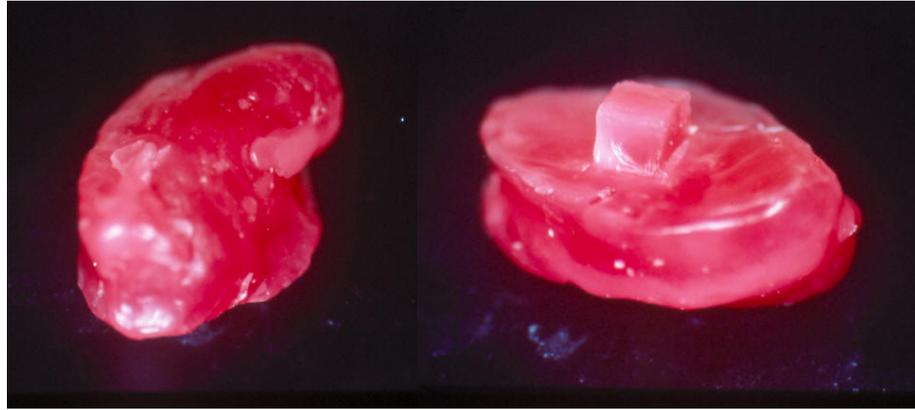


Figure 3 : obturateur en cire adapté à la perte de substance, intrados puis extrados possédant un cube permettant le repositionnement dans l’empreinte – photographie du Dr C. Lefèvre.

- L’empreinte de la perte de substance est ensuite réalisée. Pour se faire, les bords de l’obturateur en cire sont réchauffés, et des ajouts de cire molle peuvent être faits. L’obturateur est ensuite placé dans la perte de substance. La pièce en cire ramollie est alors modelée dans la perte de substance et les limites de la perte de substance sont ainsi enregistrées. Pour parfaire l’empreinte, la pièce peut ensuite être enduite d’une fine couche de matériau d’empreinte, du silicone light par exemple, avant d’être remise en bouche (Figure 4).



Figure 4 : enregistrement des limites d’une perte de substance à l’aide d’un obturateur en cire – photographie du Dr C. Lefèvre.

- Après enregistrement des limites de la perte de substance, l’empreinte fonctionnelle globale est ensuite réalisée. Dans un premier temps, les bords du porte-empreinte sont recouverts d’un matériau d’enregistrement tel qu’un silicone par addition ou un polyéther. La pâte de Kerr peut également être

utilisée. Le porte-empreinte est ensuite inséré en bouche, le patient réalise les différents tests de Herbst, et le jeu de la musculature périphérique est enregistré.

- Le marginage terminé, l'obturateur en cire est placé dans la perte de substance. Puis, le porte-empreinte est garni d'un matériau à empreinte tel qu'un hydrocolloïde irréversible (Classe B) ou encore un polyéther, puis est mis en bouche et les tests de Herbst sont une nouvelle fois réalisés.
- Lorsque la prise est terminée, le porte-empreinte est retiré de la cavité buccale ainsi que l'obturateur (Figure 5). S'il s'agit d'un obturateur en cire, ce dernier est placé dans de l'eau froide afin d'éviter toute déformation. L'obturateur est ensuite replacé dans l'empreinte grâce à son système de repositionnement.

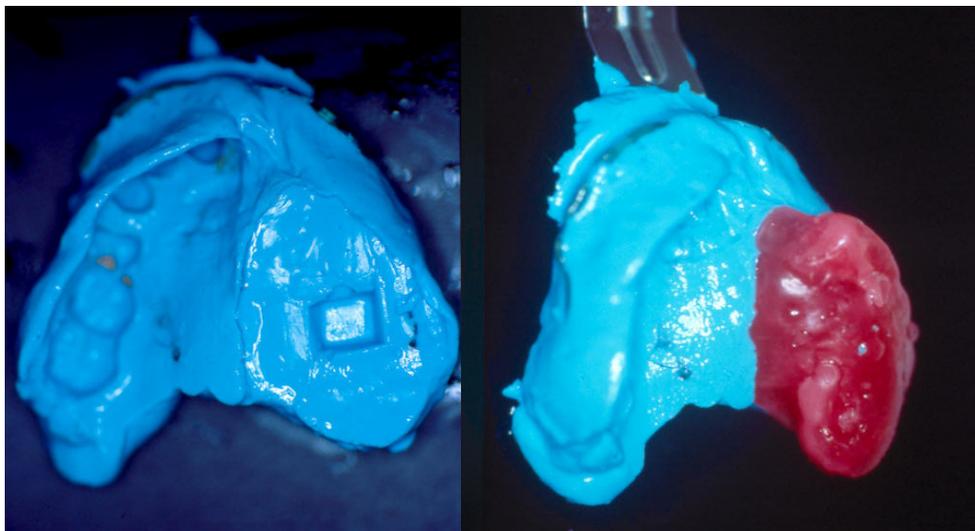


Figure 5 : empreinte globale du maxillaire avant repositionnement de l'obturateur en cire, puis après repositionnement de l'obturateur en cire – photographies du Dr C. Lefèvre.

- L'ensemble est ensuite coulé en plâtre dur afin de permettre la réalisation de la prothèse sur ce modèle.

Pour les grandes pertes de substance maxillaire [19,24]:

Un porte-empreinte individuel en résine est également réalisé.

La partie du porte-empreinte en regard de la perte de substance est espacée d'une épaisseur d'une feuille de cire.

Les limites du porte-empainte se situent à 1mm du fond du vestibule et à 2mm des brides et des freins. Le bourrelet mime la future position des dents prothétiques et assure le soutien des joues et de la lèvre.

La surface est perforée (ou non) d'orifices plus ou moins volumineux selon le matériau à empreinte qui sera utilisé.

Avant réalisation de l'empreinte, le porte-empainte est essayé en bouche. Le patient réalise les différents tests de Herbst, permettant ainsi au praticien de vérifier l'adaptation du porte-empainte et de l'ajuster.

Puis l'empreinte secondaire peut être réalisée de manière classique en 2 temps [20,25]:

1. Le marginage: il permet d'enregistrer le jeu de la musculature périphérique (Figure 6). Cet enregistrement peut se faire secteur par secteur à l'aide de la pâte de Kerr ou en une fois avec un silicone ou un polyéther. Le matériau est placé sur tous les bords du porte-empainte et sur les bords de la perte de substance.

Le joint est enregistré grâce à la réalisation de tous les tests de Herbst [24]:

- Ouverture forcée de la bouche et mouvements de latéralité droite et gauche
- Creuser les joues et porter les lèvres en avant
- Lèvre supérieure tendue vers le bas puis simulation du baiser
- Prononciation du A grave le plus longtemps possible

Une attention particulière doit être portée à l'enregistrement des brides cicatricielles.



Figure 6 : empreinte du joint périphérique à l'aide d'un polyéther – D. Ferhat [22]

2. Le surfaçage : il peut être réalisé avec des polysulfures ou des polyéthers. Les tests de Herbst sont à nouveau réalisés durant la prise de l’empreinte (Figure 7). Le fond de la perte substance doit être comblé avec des compresses vaselinées afin d’éviter que la pâte ne fuse dans des replis où elle ne pourrait être récupérée.



Figure 7 : empreinte globale réalisée avec un polysulfure de basse viscosité – D. Ferhat [22]

Certains auteurs préfèrent utiliser les hydrocolloïdes irréversibles car malgré leur fragilité, ils peuvent être préparés assez fluides évitant ainsi de déformer les tissus en voie de cicatrisation et rendent la prise d’empreinte moins douloureuse.

Si un fragment d’alginate se fracture, il sera remis en place et fixé par une épingle [19].

Enfin, il existe également une technique d’empreinte fractionnée décrite par Soulet. Cette technique est notamment utilisée lorsque l’exploitation des zones de la cavité d’exérèse est nécessaire à la rétention de l’obturateur [18,26].

Ce type d’empreinte se déroule en 4 temps [18,27] :

1. Empreinte de la contre-dépouille antérieure avec un silicone par addition de haute viscosité
2. Empreinte de la contre dépouille postérieure
3. Repositionnement des deux fragments après mise de dépouille
4. Mise en place de la partie intermédiaire – clé de repositionnement des deux fragments.

Un obturateur souple est ensuite réalisé.

3.2.3.3 Empreinte secondaire mandibulaire

Dans les cas de perte de substance mandibulaire, un porte-empreinte individuel en résine photopolymérisable est fabriqué à partir du modèle issu de l'empreinte primaire.

Le porte-empreinte a pour caractéristique d'être rigide, indéformable et d'une épaisseur de 2 millimètres.

Il est composé d'une base dont les limites sont à distance du fond du vestibule (1mm). Il convient également d'éviter les sur-extensions dans la région du site chirurgical et de soulager les multiples freins (2mm) ou adhérences présents en bouche.

Il se compose aussi d'un bourrelet de préhension qui assure le soutien harmonieux des structures périphériques.

Le porte-empreinte est perforé d'orifices plus ou moins volumineux en regard des zones dentées [19,28]

Avant réalisation de l'empreinte, le porte-empreinte est essayé en bouche. Le patient réalise les différents tests de Herbst, permettant ainsi au praticien de vérifier l'adaptation du porte-empreinte et de l'ajuster.

L'empreinte secondaire est ensuite réalisée en 2 temps [20,24] :

1. Le marginage : il permet d'enregistrer le jeu de la musculature périphérique grâce à la réalisation de différents mouvements :
 - Monter la langue au palais
 - Lécher la lèvre supérieure d'une commissure à l'autre
 - Lécher la lèvre inférieure
 - Prononcer « Me » « Ma » « Mi »
 - Déglutir
 - Rire complètement
 - Tirer la langue en dehors et en avant
 - Ouvrir grand
 - Réaliser des mouvements de latéralité du menton

L'enregistrement de la limite d'action musculaire est réalisé secteur par secteur à l'aide d'une pâte thermoplastique comme la pâte de Kerr ou en globalité à l'aide d'un élastomère comme les silicones ou les polyéthers.

2. Le surfaçage : il enregistre la totalité de l'arcade et des surfaces d'appui. Les différents mouvements réalisés lors de l'étape précédente sont à réaliser également lors de cette étape.

L'empreinte est réalisée le plus souvent à l'aide des polysulfures (Figure 8).

Les polyéthers peuvent également être utilisés.

Certains auteurs utilisent également pour cette étape des silicones (light ou médium) [23,29]



Figure 8 : empreinte secondaire mandibulaire réalisée à l'aide de polysulfures – H. Thomas [26]

4. L’empreinte optique

L’empreinte optique constitue une étape de la Conception / Fabrication Assistées par Ordinateur.

Elle permet d’obtenir, au fauteuil, une image tridimensionnelle des volumes bucco-dentaires grâce à un système optique couplé à un ordinateur.

L’empreinte optique intervient lors de l’étape d’acquisition qui se déroule en trois phases :

- enregistrement de l’arcade concernée
- enregistrement de l’arcade antagoniste
- enregistrement vestibulaire de l’occlusion des deux arcades en intercuspidie maximale.

À partir de cette empreinte optique, un logiciel spécifique élabore un maître modèle virtuel permettant de réaliser les étapes de Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur [30,31].

4.1 Présentation de l’empreinte optique

Il existe plusieurs moyens d’acquérir les données tridimensionnelles d’un objet. La numérisation peut s’effectuer :

- par l’intermédiaire d’un palpeur qui touche l’objet.
- sans contact physique. L’interaction avec la surface de l’objet se réalise alors par des phénomènes optiques, acoustiques et magnétiques.

En ce qui concerne la CFAO dentaire, seule la technique optique est applicable en clinique [32].

4.1.1 Principes généraux de l’empreinte optique

L’empreinte optique est une méthode qui peut être extrêmement précise et très rapide.

Le principe de la méthode optique, de manière générale, est de projeter sur l’objet un rayonnement lumineux, appelé rayonnement incident, et dont les caractéristiques sont connues. L’objet ainsi éclairé, va renvoyer une partie du rayonnement qu’il reçoit.

La caméra photosensible, va alors mesurer la déformation que l’objet a imposée au rayonnement de référence ou rayonnement incident.

La mesure optique est une mesure de déformation. Pour faire cette mesure correctement, il est donc nécessaire de connaître le rayon incident ou rayon de référence non déformé par l’empreinte et de le comparer à celui portant l’information de la forme de l’objet [32,33].

Pour mettre en œuvre cette technologie d’empreinte, il faut posséder :

- un émetteur de lumière qui peut être de la lumière cohérente laser ou incohérente
- un récepteur associé à un convertisseur transformant l’information optique en information numérique
- un système de traitement d’informations d’image [33]

C’est finalement l’ordinateur qui va mettre en œuvre un système de traitement d’image, permettant la création de données qu’un opérateur peut modifier (CAO) et qui commande la machine outil pour la FAO [32].

4.1.2 Description et présentation des différentes technologies

Sur le marché dentaire, il existe aujourd'hui principalement trois types de technologies de capture optique disponibles [34]:

- la triangulation
- le balayage parallèle confocal
- l'Active Wavefront Sampling

4.1.2.1 La méthode par triangulation

La méthode par triangulation a pour but de déduire la mesure du volume en calculant la déviation du rayon incident par rapport au rayon réfléchi au contact de la surface dentaire.

Le rayon lumineux incident est émis par une diode et passe par une petite ouverture au niveau de l'objectif de la caméra. Puis le rayon réfléchi traverse l'objectif par une seconde ouverture, et forme alors un triangle entre les 2 ouvertures de la caméra et la surface dentaire.

On enregistre chaque point de la surface touchée par le rayon lumineux incident en mesurant l'intensité du rayon réfléchi (ou reflété).

Puis, par triangulation, le volume (ou la profondeur) est déterminé par calcul géométrique. Des milliers de points avec des coordonnées 3D (X, Y, Z) sont enregistrés par l'ordinateur. Ce nuage de points affiché par l'ordinateur représente la surface numérisée.

La finesse du rayon incident influe directement sur la précision d'enregistrement de la caméra puisque la surface dentaire éclairée est plus petite.

Les dernières caméras utilisent désormais une lumière bleue à la place de la lumière rouge car la longueur d'onde est beaucoup plus petite donc plus précise [35].

4.1.2.1.1 La méthode de triangulation par projection d'un point

Il s'agit de la méthode initiale.

Un point lumineux est projeté sur l'objet à numériser et acquis par la caméra (Figure 9).

Le système étant préalablement calibré, l'orientation et l'inclinaison spatiale de la caméra et du laser sont connues. Ceci permet, par triangulation, de déterminer la distance entre la caméra et l'objet au niveau du point projeté. Le travail s'effectuant point par point, un nombre très élevé de points est à acquérir pour obtenir une reconstruction acceptable.

Bien que particulièrement simple, cette méthode présente plusieurs inconvénients au regard du temps nécessaire pour effectuer l'enregistrement et au regard de sa précision.

Cette technique n'est pas utilisable en bouche [34,36].

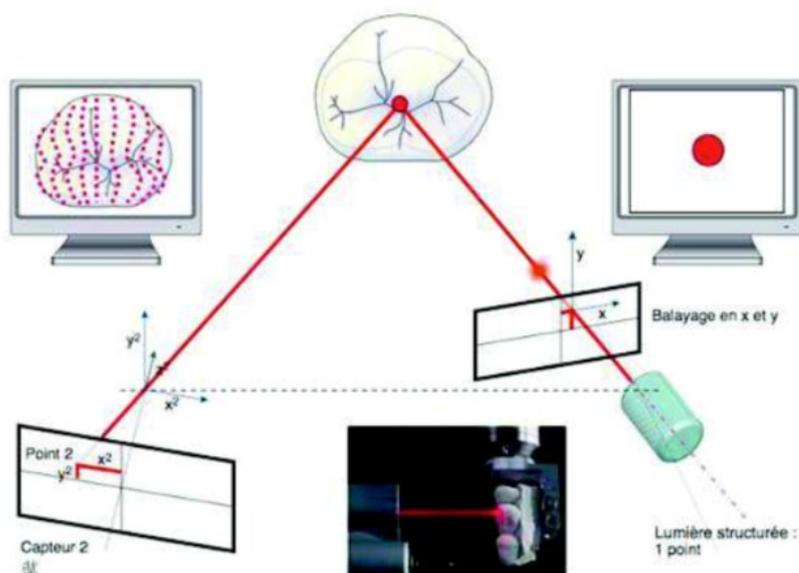


Figure 9 : schéma représentatif de la méthode par projection d'un point – F. Flonck – B. Delaunay [34,35]

4.1.2.1.2 La méthode de triangulation par projection d'une ligne lumineuse

Le principe reste le même, mais ce n'est plus un seul point, mais un ensemble de points formant une ligne qui vient balayer la surface de l'objet (Figure 10).

Cette méthode est évidemment plus rapide puisqu'un ensemble de points est lu en une seule fois. Cela réduit le temps de lecture à quelques dizaines de secondes. En revanche, le capteur est plus complexe et le traitement d'image plus sophistiqué donc plus cher.

Bien que plus rapide, cette technique ne l'est toujours pas assez pour être utilisable en bouche [33,34,36].

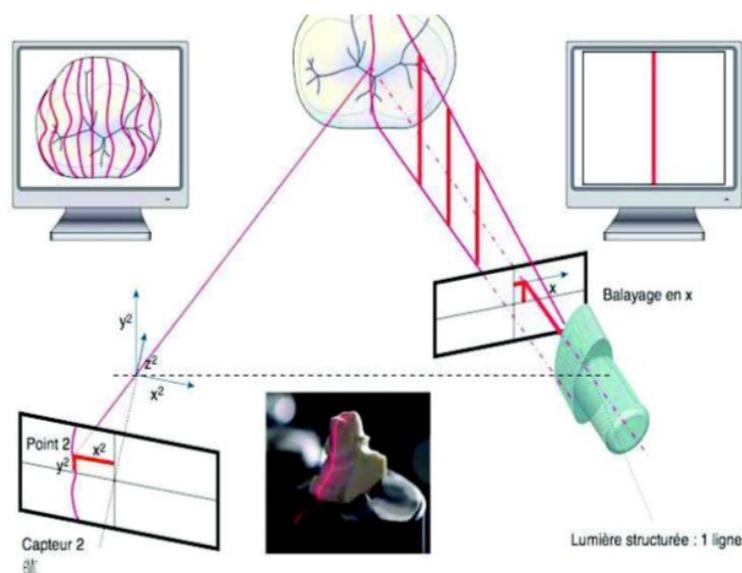


Figure 10 : schéma représentatif de la méthode par projection d'une ligne – F. Flonck [34]

4.1.2.1.3 La méthode de triangulation par projection de masque

C'est la méthode de triangulation la plus aboutie. Il ne s'agit plus de projeter un point ou une ligne mais un ensemble de lignes parallèles noires et blanches et de largeur variable, recouvrant ainsi entièrement l'objet (Figure 11).

Les déformations du motif lumineux par rapport au motif d'origine sont capturées par la caméra et analysées. De cette manière, un nuage de points de l'objet est directement obtenu. Chaque image est donc un nuage de plusieurs millions de points dont les coordonnées spatiales sont connues. Les données sont alors confrontées et assemblées informatiquement pour obtenir un fichier unique contenant l'intégralité des informations recueillies pendant le scan.

Cela permet de réaliser une empreinte en quelques secondes avec une précision de 15 à 20 μm pour une résolution de 10 à 15 μm .

Il s'agit donc d'une méthode remarquablement efficace de par sa simplicité de mise en œuvre et par la précision qu'elle apporte [33,34,36].

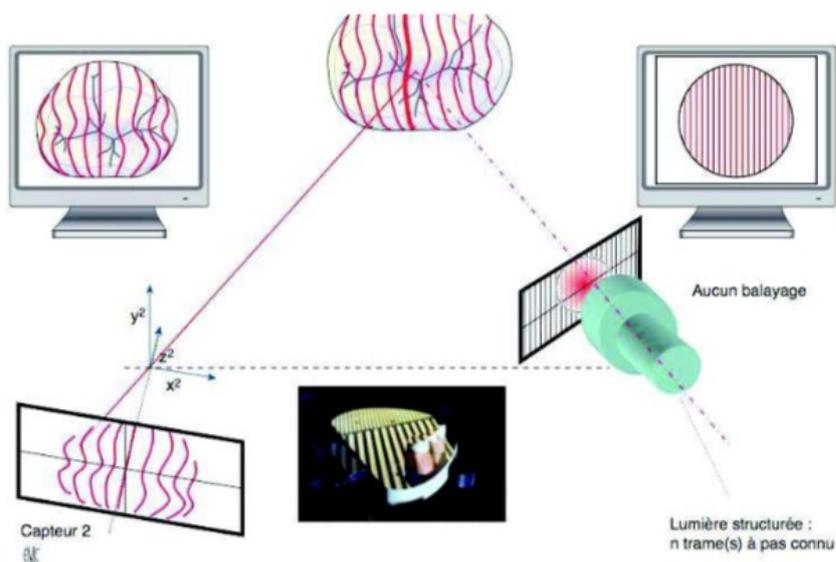


Figure 11 : schéma représentatif de la méthode par projection de masque – F. Flonck – B. Delaunay [34,35]

4.1.2.1.4 La méthode du moiré électronique

C'est le raffinement ultime de l'empreinte optique et la méthode la plus utilisée en chirurgie dentaire.

Ces systèmes jouent sur la modulation de la lumière elle-même. C'est la différence d'intensité lumineuse résultant du décalage de phase entre le rayon de référence utilisé et la phase de ce même rayonnement réfléchi par l'objet, qui est mesurée (Figure 12).

La mesure de cette différence de phase entre ces 2 rayons, va permettre de retrouver la distance entre le plan de référence et le plan objet et ainsi de retrouver les 3 dimensions.

Cette méthode est extrêmement précise et rapide, faisant d'elle la référence pour les prises de vues endo-buccales. Elle va permettre de saisir le volume de l'objet en moins de $1/10^{\text{ème}}$ de seconde avec une précision de quelques micromètres [33,34,36].

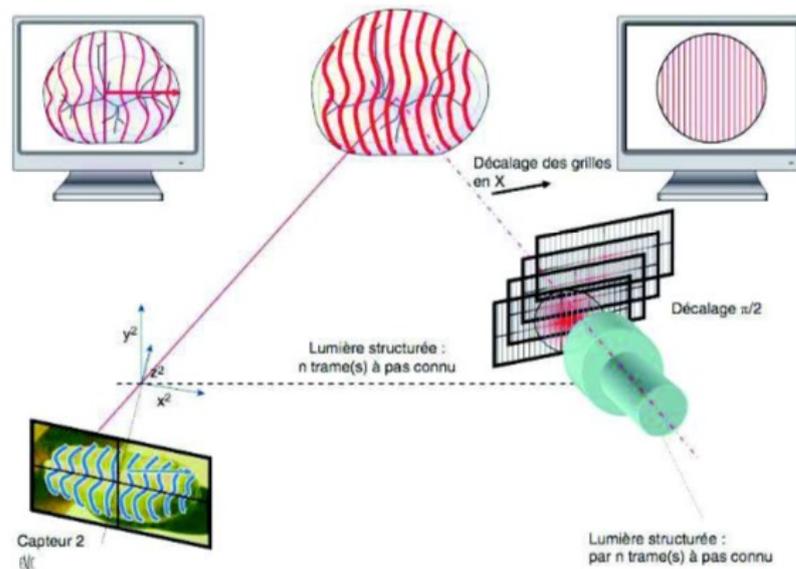


Figure 12 : schéma représentatif de la méthode du moiré électronique – F. Flonck – B. Delaunay [34,35]

4.1.2.2 Le balayage parallèle confocal

Cette technique utilise la théorie de la lumière confocale décrite par Minsky. Le principe est basé sur le scannage laser et optique de la dent et du parodonte pour les reproduire numériquement.

En optique, pour que l'image d'un point soit nette, l'objet doit se trouver dans le plan focal du système optique. Ainsi l'image des points se trouvant en dehors de ce plan apparaîtra floue. Dans cette technique, on cherche donc à enregistrer les points se trouvant dans le plan focal.

La profondeur de champ du système étant connue à chaque instant, lorsqu'un point se situe dans le plan focal, sa distance en est déduite et est alors égale à la distance focale du système optique.

Le système va pouvoir modifier sa distance focale en modifiant la taille d'ouverture du diaphragme. Ainsi, plus son ouverture est large, plus la profondeur de champ diminue.

Le faisceau laser incident va donc passer à travers un orifice, puis être concentré par une lentille sur l'objet. Le rayon réfléchi repasse à travers la lentille puis à travers un diviseur de faisceau (cela permet de diminuer le bruit dû à la lumière ambiante). Enfin, le faisceau lumineux va passer à travers un « trou d'épingle » (pinhole) et est projeté sur

le capteur CCD. Le pinhole va obstruer sélectivement la lumière qui ne provient pas du plan focal. Seuls les points se situant dans le plan focal préétabli seront de forte intensité lors de leur réflexion sur l'objet visé, il s'agit de la lumière confocale. Ils seront alors intégrés par le récepteur CCD (Figure 13).

Les images sont enregistrées par niveau de profondeur puis reconstruites informatiquement. La caméra travaille ainsi couche par couche sur 300 profondeurs focales espacées d'environ 50 microns chacune [34].

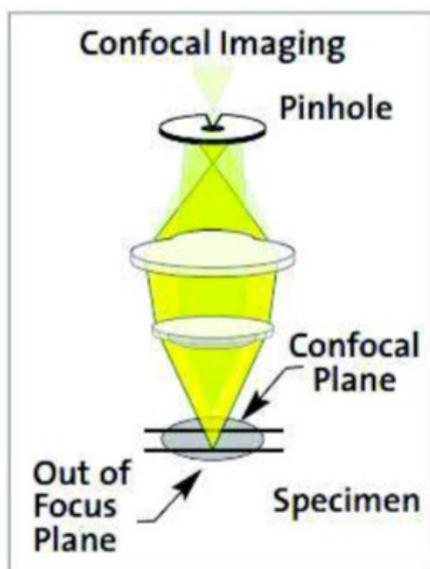


Figure 13 : méthode par imagerie confocale parallèle – F. Flonck [34]

Les ingénieurs ont ensuite regroupé les 2 techniques que sont :

- l'imagerie confocale parallèle
- la triangulation avec projection de lumière structurée

La possibilité d'enregistrer en filmant et non plus en photographiant a donc été ajoutée au scanner, permettant ainsi d'accélérer l'acquisition.

C'est cette technologie qui est retrouvée dans les systèmes que sont le CEREC Omnicam de SIRONA et la TRIOS de 3Shape [35].

4.1.2.3 Active Wavefront Sampling

Il s'agit d'une technique d'imagerie de surface 3D dont le but va être de mesurer la profondeur.

Pour rappel, une image apparaît nette lorsqu'elle se trouve dans le plan focal. Un changement de la taille de l'ouverture de l'objectif entraîne un changement de la distance focale et une image peut apparaître floue.

L'active Wavefront Sampling utilise une lentille avec un obturateur tournant sur le même axe que l'axe optique de la lentille. L'obturateur possède une ouverture légèrement désaxée. La surface dentaire à enregistrer est éclairée de façon pulsatile.

Les rayons lumineux sont concentrés par le système de lentilles jusqu'à des capteurs CCD qui enregistrent la position des points au niveau de la surface dentaire à 3 temps différents qui représentent chacun une position de l'obturateur pendant son mouvement de rotation. 3 perspectives différentes selon 3 axes de prises de vue à 3 temps différents sont alors obtenus (Figure 14). Grâce à ces 3 images enregistrées quasi simultanément on génère informatiquement les éléments de l'image 3D.

L'ordinateur calcule l'information de profondeur en tenant compte dans le calcul des 3 rayons des cercles de focus générés sur le capteur CCD pendant toutes les rotations, de la position et du trajet de la caméra. Ce processus recrée un modèle tridimensionnel en temps réel avec un enregistrement dynamique ou « full motion ».

Cette technique ne requiert qu'un chemin optique pour capturer les informations de profondeur car il n'y a pas d'angle entre la lumière émise et la lumière réfléchie [35].

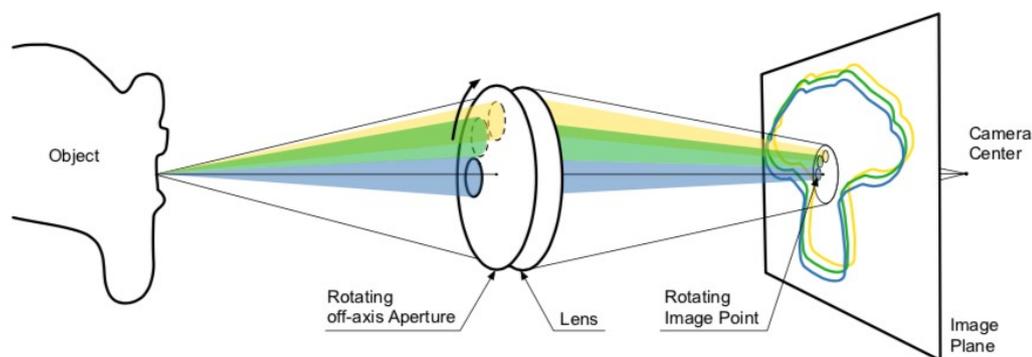


Figure 14 : illustration de l'active Wavefront Sampling – S. Logozzo et al. [37]

4.2 Utilisation de l’empreinte optique en prothèse maxillo-faciale

En prothèse maxillo-faciale, la prise d’empreinte peut être compliquée et offre souvent des résultats inconstants :

- insertion possible d’un porte-empreinte mais désinsertion incertaine.
- déformation, déchirement du matériau à empreinte causé par la désinsertion.
- blocage du matériau d’empreinte dans des contre-dépouilles de communication bucco-naso-sinusiennes.
- enregistrement imprécis des zones fragiles nécessitant d’être protégées.

L’idée est alors venue d’utiliser des caméras optiques intra-orales. Moins encombrantes et avec un enregistrement sans contact, ces caméras vont permettre de prendre en charge des patients pour lesquels la réalisation de prothèse par le biais des méthodes conventionnelles était jusque là impossible [38].

4.2.1 Intérêts [38]

L’empreinte optique en comparaison aux empreintes conventionnelles va présenter plusieurs intérêts en prothèse maxillo-faciale :

- Il s’agit d’une empreinte sans risque et avec un haut niveau de précision.

Lors de la réalisation d’une empreinte traditionnelle, il est de rigueur de protéger à l’aide de compresses certaines zones des communications bucco-naso-sinusiennes. L’empreinte optique, quant à elle, ne nécessitera pas la mise en place de telles protections et offrira d’emblée une précision satisfaisante.

- L’empreinte est « passe partout » du fait de la petite taille de la caméra

La taille réduite des caméras intra-buccales va permettre d’obtenir un enregistrement des zones d’intérêt, et cela même lorsque l’accès est restreint. Dans les cas extrêmes de constriction des mâchoires, certaines situations permettent le passage de la caméra.

- C'est une empreinte non compressive

Lors de la prise d'une empreinte classique, les pressions effectuées vont déformer les tissus. Ces défauts d'enregistrement engendrent souvent des zones en sur-extension, étendues là où normalement la prothèse ne devrait pas prendre appui. Il en résulte alors une instabilité de la prothèse et des lésions sous prothétiques pouvant avoir de lourdes conséquences.

4.2.2 Limites [38]

A l'heure actuelle, l'empreinte optique est une technique loin d'être aboutie pour une utilisation en prothèse amovible, qui plus est pour la prothèse maxillo-faciale.

Les principales limites de cette technique vont être :

- La perte de tracking : de l'anglais « to track » : suivre la trace

Des anomalies anatomiques telles que les communications bucco-naso-sinusiennes vont pouvoir être considérées comme des aberrations par les logiciels de capture numérique des caméras. Ainsi, certains logiciels vont refuser de poursuivre l'enregistrement et réinitialiser la prise à zéro.

- Le feuillage et les trous

Le phénomène de feuillage est fréquent au niveau des tissus mobiles. Des zones où se superposent des plans pourront être aperçues dans la reconstitution virtuelle de l'empreinte.

Les trous, quant à eux, sont des zones de vide, conséquences d'une profondeur d'acquisition trop importante.

Ces trous et feuillages vont pouvoir bloquer les logiciels au niveau laboratoire et des retouches informatiques seront alors nécessaires.

- La distorsion

L'assemblage bout à bout des différentes prises n'est pas parfait et peut entraîner sur de grandes étendues, un problème de distorsion.

Comme toute technique, l’empreinte optique a des limites et donc des indications et ne peut se substituer aux empreintes traditionnelles.

Cependant, elle permet la prise en charge de patients qui nous laissaient jusque là impuissants. Bien plus qu’une alternative à l’empreinte physico-chimique, elle représente dans certains cas l’unique solution.

4.2.3 Exemple d’utilisation de l’empreinte optique en prothèse maxillo-faciale dans la littérature [39]

Park et al dans un rapport de cas ont décrit la fabrication d’un obturateur en utilisant une empreinte numérique intra-orale sur un patient atteint d’une maxillectomie partielle.

Le patient, âgé de 59 ans avait subi une maxillectomie unilatérale suite au diagnostic d’un carcinome muco-épidermoïde palatin droit. Il présentait donc une perte de substance s’étendant de la première prémolaire maxillaire droite jusqu’à la tubérosité maxillaire, et leur a été adressé pour une réhabilitation prothétique (Figure 15 a).

L’obturateur maxillaire est une option de traitement courante dans les cas de perte de substance maxillaire. Cependant la méthode conventionnelle de fabrication des obturateurs nécessite plusieurs empreintes pouvant être inconfortables. Les empreintes numériques intra-buccales aident à réduire cet inconfort.

L’empreinte primaire a ainsi été réalisée par empreinte optique à l’aide d’un scanner intra-oral (Trios3, 3Shape) (Figure 15 b). La conception de la prothèse obturatrice a été planifiée à l’aide du logiciel LAPtools (Figure 16).

L’armature métallique comprenait un taquet d’appui et un crochet supplémentaire dans la région prémolaire maxillaire gauche. Les dents ont donc été préparées et une empreinte finale a été réalisée à l’aide du scanner intra-oral.

La conception finale de l’armature a ensuite été imprimée en résine (Figure 17 b) avant d’être convertie en métal (Figure 17 c).



Figure 15 : (a) photo intra-orale avant traitement. (b) empreinte numérique réalisée avec la caméra intra-orale – J-H. Park et al. [39].

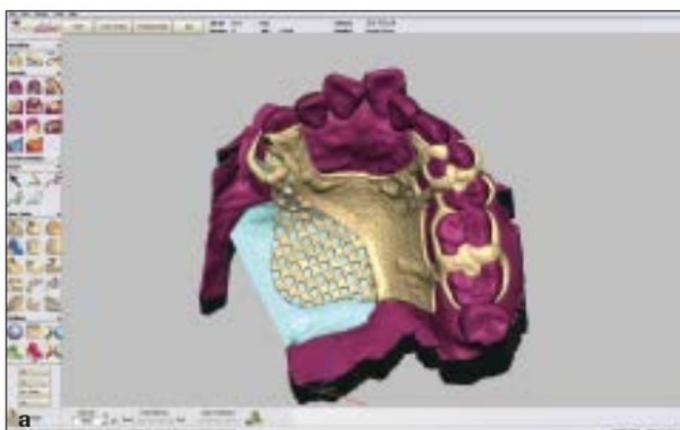


Figure 16 : conception assistée par ordinateur de l'armature – J-H. Park et al. [39]

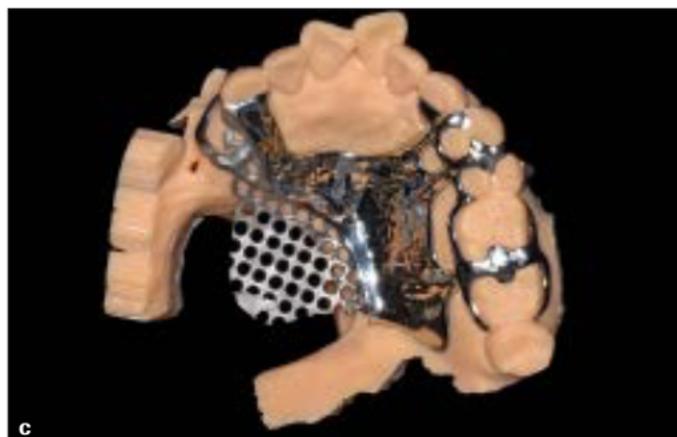


Figure 17 : (b) armature imprimée en résine. (c) armature métallique sur le modèle imprimé en résine – J-H. Park et al. [39]

Après essayage et ajustements intra-oraux de l'armature, l'empreinte de la perte de substance a été réalisée de manière conventionnelle en utilisant l'armature métallique et des matériaux d'empreinte (Figure 18 a).

L'armature a ensuite été replacée sur le modèle imprimé en résine et un modèle modifié à été créé avec l'empreinte de la perte de substance (Figure 18 b). Enfin, après enregistrement de la relation inter-maxillaire, le modèle a été monté sur articulateur et l'obturateur a ensuite été fabriqué.

L'obturateur définitif a finalement été livré au patient qui en a été satisfait aussi bien sur le plan fonctionnel qu'esthétique (Figure 18 c).

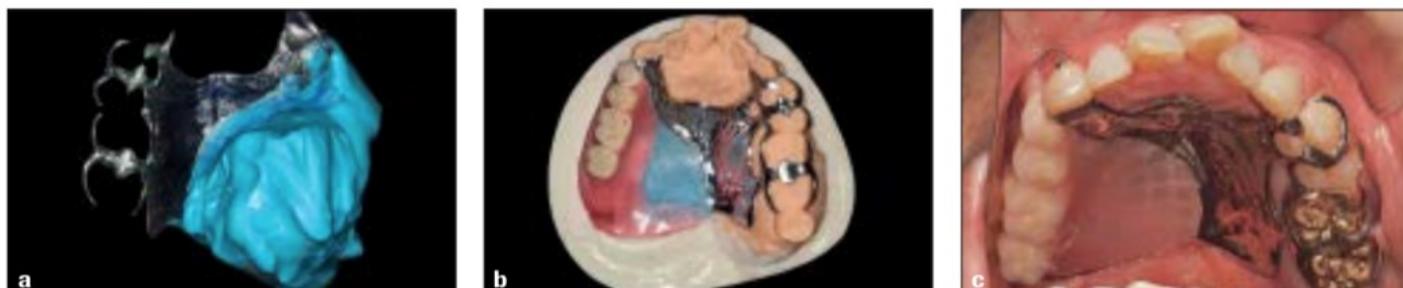


Figure 18 : (a) empreinte de la perte de substance utilisant l'armature métallique. (b) montage en cire sur le modèle modifié. (c) prothèse finale – J-H Park et al. [39]

L'empreinte optique présente de nombreux avantages et en particulier celui de réduire l'inconfort du patient. En revanche, Park et al. rappellent que l'empreinte optique présente certaines limites, notamment dans les régions de défauts profonds et les zones de bordure des tissus mous.

Dans ce cas, afin d'évaluer la justesse de l'empreinte optique, un modèle en plâtre supplémentaire a été réalisé de manière traditionnelle. Ce modèle a été scanné et comparé avec l'image scannée intra-orale grâce à un logiciel d'analyse 3D.

L'empreinte optique étant non compressive, cette évaluation a montré une différence dans la région des tissus mous du palais. C'est pourquoi un appui et un crochet supplémentaire avaient été rajoutés afin de compenser le soutien déficient dans la région palatine.

Park et al. concluent par le fait que la réhabilitation prothétique de ce patient présente un résultat acceptable à court terme.

5. Cas clinique

5.1 Situation clinique initiale

5.1.1. Motif de consultation

La patiente, madame P, âgée de 89 ans, consulte le service de prothèse maxillo-faciale de la faculté de chirurgie-dentaire afin de réaliser un nouvel appareil amovible maxillaire.

La patiente possède déjà un appareil amovible mais se dit gênée par ce dernier, notamment dans le secteur antérieur depuis l'adjonction d'une dent à ce niveau. La patiente ne possédant qu'un seul appareil amovible, dont elle ne peut se passer si elle veut pouvoir déglutir, l'adjonction avait été réalisée extemporanément au fauteuil.

Mme P. souhaite donc réaliser un nouvel appareil amovible mieux adapté.

5.1.2 Antécédents de santé

Concernant les antécédents médicaux de la patiente :

- Madame P a présenté un chondrosarcome au niveau du maxillaire gauche pour lequel elle a subi une héli-maxillectomie gauche réalisée en décembre 2009, suivie d'une radiothérapie.
- La patiente souffre d'insuffisance cardiaque traitée avec du Previscan et possède un Pacemaker.
- Enfin la patiente souffre d'arthrose au niveau du genou gauche.

La patiente ne présente pas d'allergie.

5.1.3 Sémiologie prothétique

5.1.3.1 Examen exobuccal

Le tiers supérieur, le tiers moyen et le tiers inférieur de la face dans le plan frontal sont équilibrés.

La lèvre supérieure est relevée du côté ayant subi l'hémi-maxillectomie. Les dents sont ainsi découvertes du côté gauche à l'état de repos, et la symétrie du visage s'en trouve modifiée (Figure 19).

La ligne bi-pupillaire et la ligne bi-commissurale ne sont pas parallèles.



Figure 19 : photo exo-buccale de la patiente avec son appareil amovible – photographie personnelle

Le chemin d'ouverture buccale est rectiligne mais très limité. L'ouverture buccale est mesurée avec un décimètre et évaluée à 1 centimètre environ (Figure 20).



Figure 20 : photo exo-buccale de la patiente évaluant son ouverture buccale – photographie personnelle

La palpation de l'articulation temporo-mandibulaire et des aires ganglionnaires ne révèle aucun trouble particulier.

5.1.3.2 Examen endobuccal

L'examen endobuccal est réalisé dans un premier temps sans la prothèse amovible maxillaire.

Sont examinés successivement, les lèvres sur la face muqueuse, la face endobuccale des joues, le plancher buccal et la langue, la voûte palatine ainsi que le voile du palais, le parodonte, la denture et enfin l'occlusion [40].

Lors de l'examen de la voûte palatine, une attention particulière est portée à la perte de substance palatine. Cette dernière est délimitée par la suture palatine médiane à droite, la tubérosité maxillaire gauche en postérieur, la face endobuccale de la joue gauche à gauche et elle va s'étendre jusque dans la région antérieure (Figure 21).

Il s'agit donc d'une communication bucco-naso-sinusienne de grande étendue dont les contours sont bien délimités.



Figure 21 : photos endo-buccales de la perte de substance maxillaire – photographies personnelles

La salive semble de bonne qualité et plutôt abondante.

Le parodonte est légèrement inflammatoire.

Cette inflammation est associée à la présence généralisée de plaque collectable à la sonde au niveau des collets des dents et en inter-dentaire. Elle est également associée à la présence de tartre, notamment dans la région rétro-incisive mandibulaire.

Des récessions généralisées en lien avec une alvéolyse horizontale généralisée allant jusqu'au demi radiculaire sont remarquées.

Concernant l'examen de la denture :

Au maxillaire, les dents 12, 13, 14, 15 et 17 sont présentes :

- La 12 présente une récession allant jusqu'au 2/3 de la racine ainsi qu'une mobilité Arpa II. Un composite se trouve sur la face mésiale de cette dent.
- La 13 est légèrement abrasée au niveau de sa pointe.
- La 14 ne possède pas une forme anatomique mais plutôt une forme de préparation pour couronne et ne présente donc pas de points de contacts avec ses dents adjacentes.
- La 15 porte un amalgame sur sa face mésiale.

A la mandibule, les dents 31, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 46 et 48 sont présentes :

- Les dents antérieures mandibulaires 31, 32, 33, 41, 42, 43 sont présentes sur l'arcade mais présentent quelques malpositions pouvant accentuer la rétention de plaque.
- La 43 est abrasée au niveau de sa pointe.
- La 45 est à l'état de racine recouverte par un CVI.
- La 46 est une couronne coulée fraisée avec un taquet d'appui mésial et un taquet d'appui distal.
- La 48 est versée en lingual et porte un amalgame mésio-occluso-distal.

En occlusion, la patiente est en classe I canine à droite.

Dans un second temps, l'examen est réalisé avec la prothèse amovible maxillaire en bouche (Figure 22).



Figure 22 : photos exo-buccales avec l'appareil amovible en bouche, lors du sourire, puis du sourire forcé – photographies personnelles

Depuis l'adjonction de la 11 sur l'appareil, la patiente se plaint d'une gêne dans le secteur antérieur, à ce niveau, et cela malgré plusieurs retouches.

Suite à l'extraction de l'incisive centrale maxillaire droite, l'adjonction de cette dent sur la prothèse amovible existante a dû être réalisée extemporanément.

En effet, en raison de sa perte de substance et la patiente n'ayant aucune autre prothèse, elle ne pouvait se passer de sa prothèse pour boire ou manger, donc la prothèse ne pouvait pas être envoyée au laboratoire.

Ainsi, la teinte de la 11 est différente de celle des autres dents prothétiques et la limite de l'adjonction est visible entre 11 et 21.

Concernant l'adaptation de la prothèse, l'armature du stellite semble bien adaptée (Figure 23). En revanche, la partie obturatrice ferme une grande majorité de la communication buco-naso-sinusienne mais pas son intégralité puisqu'il persiste une petite communication, non obturée, en postérieur.



Figure 23 : photo endo-buccale de la prothèse obturatrice – photographie personnelle

En dépit de cette communication persistante, la prothèse permettait à la patiente de parler, boire et manger convenablement.

La patiente possède également un stellite mandibulaire mais qu'elle ne porte plus depuis plus d'un an. Elle décrit ce dernier comme inadapté et trop rétentif donc trop difficile à retirer.

Un léger enfoncement de la prothèse du côté de l'hémi-maxillectomie est à noter lors de l'occlusion. Certains contacts occlusaux se font sur l'armature métallique du stellite.

5.1.4 Plan de traitement

Suite à l'examen clinique, le plan de traitement est établi.

Il est décidé de répondre simplement à la demande de la patiente en réalisant une nouvelle prothèse obturatrice maxillaire.

L'objectif fixé étant de réaliser une prothèse obturatrice maxillaire réhabilitant les différentes fonctions orales, ne gênant plus la patiente dans le secteur antérieur et ayant une étanchéité augmentée par rapport à la prothèse précédente.

Cela permettra également à la patiente de posséder 2 exemplaires de prothèses obturatrices. L'intérêt étant, dans l'éventualité d'une nouvelle adjonction ou de toute autre modification, de pouvoir envoyer la prothèse au laboratoire.

Il est également décidé de réaliser cette prothèse en conservant les dents résiduelles en l'état, bien que certaines pourraient nécessiter la réalisation de prothèse fixe.

En effet, compte tenu de l'ouverture buccale limitée, de l'absence de demande particulière de la patiente concernant ces dents, et de l'absence de foyers infectieux, il est jugé préférable de ne pas intervenir sur ces dents.

Enfin, en raison de l'expérience passée de la patiente avec son ancien stellite mandibulaire, et une nouvelle fois de son ouverture buccale limitée, il est aussi décidé de ne pas en réaliser de nouveau.

5.2 Etapes cliniques conventionnelles

5.2.1 Empreintes primaires

5.2.1.1 Empreinte primaire maxillaire

La première étape de la réalisation de ce nouvel appareil consiste en la prise des empreintes primaires.

La faible ouverture buccale de la patiente constitue la difficulté majeure pour la réalisation de cette étape.

Lors de la réalisation de ses anciennes prothèses, la patiente effectuait chez elle des exercices de rééducation lui permettant d'augmenter son ouverture buccale. Plusieurs fois par jour, elle interposait une pince à linge entre ses incisives maxillaires et mandibulaires puis elle effectuait des répétitions d'ouverture de la pince. Suite à la réalisation des appareils, les exercices ont été arrêtés et son ouverture buccale s'en est trouvée diminuée.

La première idée était de réaliser une empreinte primaire maxillaire à l'alginat à l'aide d'un porte-empreinte perforé du commerce modifiable. Des compresses vaselinées auraient été placées dans la perte de substance afin d'éviter toute fusée du matériau dans des zones de contre-dépouille.

Cependant, malgré plusieurs tentatives d'adaptation, il s'est avéré impossible d'obtenir un porte-empreinte qui puisse entrer en bouche et réaliser une empreinte convenable du maxillaire.

Une clé du stellite maxillaire existant est donc réalisée afin de fabriquer ensuite un porte-empreinte en résine adapté à la patiente.

L'empreinte du stellite est donc réalisée à l'aide de silicone lourd placé dans un moule. L'appareil amovible est enfoncé dans le silicone et l'emplacement des dents est comblé de façon arbitraire avec ce même matériau. Le moule rempli de silicone est finalement refermé sur le stellite afin d'en obtenir son empreinte (Figures 24, 25).



Figure 24 : réalisation de la clé en silicone du stellite maxillaire – photographies personnelles



Figure 25 : photo de l'empreinte de la prothèse obturatrice – photographie personnelle

5.2.1.2 Empreinte primaire mandibulaire

Pour la réalisation de l'empreinte mandibulaire, un porte-empreinte perforé du commerce dont les bords sont meulés afin d'en diminuer la hauteur vestibulaire et linguale est utilisé. L'empreinte est réalisée à l'alginate, puis coulée avec du plâtre (Figure 26).

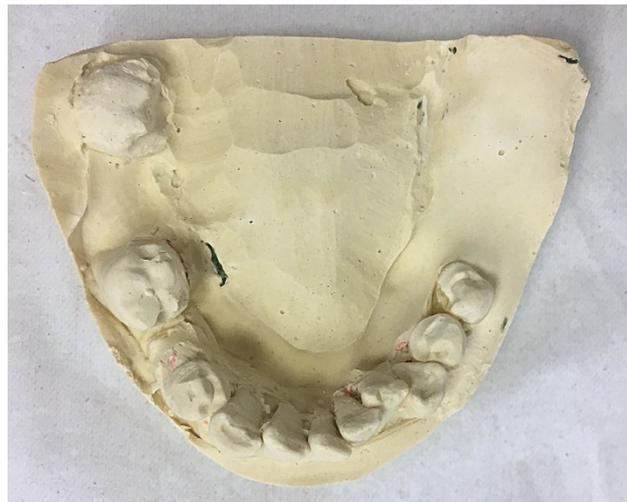


Figure 26 : photo du modèle en plâtre issu de la coulée de l'empreinte primaire mandibulaire – photographie personnelle

5.2.2 Empreinte secondaire maxillaire

Pour la réalisation de l'empreinte secondaire maxillaire, un porte-empreinte espacé en résine est fabriqué à partir de l'empreinte en silicone de l'ancienne prothèse obturatrice (Figures 27, 28).



Figure 27 : photo de la fabrication du porte-empreinte individuel maxillaire en résine sur l'empreinte de la prothèse obturatrice existante – photographie personnelle



Figure 28 : photo de l'intrados du porte-empreinte individuel maxillaire – photographie personnelle

L'empreinte est réalisée après essayage et ajustage du porte-empreinte en bouche.

L'empreinte est réalisée en deux temps :

1. Le marginage (Figure 29) : permet d'enregistrer le joint périphérique des bords de la perte de substance.

Un polyéther, dans ce cas de la Permadyne orange, est placé sur le porte-empreinte le long du joint périphérique et sur les bords de la perte de substance.

Le porte-empreinte est ensuite inséré en bouche, et la patiente réalise différents mouvements permettant d'enregistrer le jeu de la musculature périphérique.

Les mouvements réalisés sont :

- une ouverture forcée de la bouche et des mouvements de latéralité droite et gauche
- creuser les joues et porter les lèvres en avant
- la lèvre supérieure tendue vers le bas et la simulation du baiser.
- la prononciation du A grave le plus longtemps possible

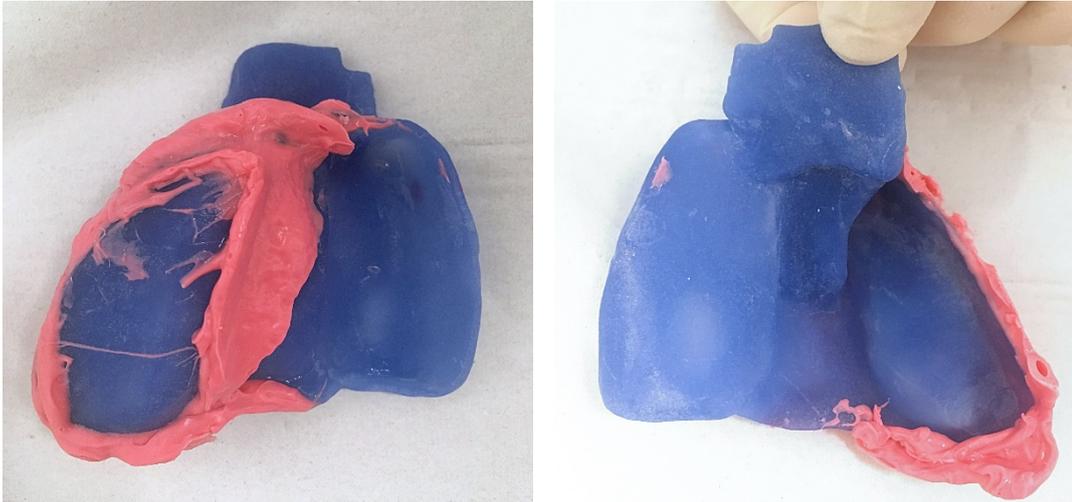


Figure 29 : photos du marginage réalisé avec de la Permadyne orange – photographies personnelles

2. Le surfaçage (Figure 30) : il est réalisé à l'aide de silicone light placé dans le porte-empreinte au niveau des zones dentées. L'ouverture buccale limitée de la patiente complique l'insertion en bouche du porte-empreinte chargé de matériau. Une fois inséré, la patiente réalise de nouveau les mouvements effectués lors du marginage.



Figure 30 : photo de l'empreinte secondaire maxillaire – photographie personnelle

Une empreinte secondaire maxillaire de qualité moyenne est obtenue, cela en raison des difficultés d'insertion du porte-empreinte. En effet, le matériau d'empreinte est raclé par les dents maxillaires lors de l'insertion, de plus, le porte-empreinte fait interférence avec les dents mandibulaires.

La qualité de cette empreinte la rendant inexploitable, une autre méthode d'empreinte a été recherchée pour permettre la réalisation de la prothèse. Ainsi, les étapes prothétiques ont été reprises à partir des empreintes primaires, en utilisant cette fois un système d'empreinte optique.

5.3 Réalisation de la prothèse à partir de l'empreinte optique

5.3.1 Empreinte optique

5.3.1.1 Présentation du système d'empreinte optique utilisé

La caméra TRIOS 3® a été utilisée, il s'agit d'une caméra d'empreinte numérique commercialisée depuis septembre 2013 par la société 3Shape®. Elle remplace la caméra TRIOS standard®, sortie en décembre 2010.

Cette caméra utilise la microscopie confocale parallèle comme technologie d'enregistrement. Cela consiste à observer les différents niveaux de profondeur d'un objet par variation simultanée du plan d'éclairage de l'objet et du plan focal de l'objectif.

L'acquisition se fait en flux continu, donc le logiciel indique en temps réel les zones enregistrées, les zones de manque et la prévisualisation du maître modèle virtuel.

Ce système est disponible sous plusieurs formes :

- TRIOS CART : unité indépendante sur roulettes avec écran tactile.
- TRIOS POD : caméra à brancher sur le port USB d'un ordinateur.
- TRIOS Chair Integration : caméra installée directement sur le fauteuil avec les porte-instruments rotatifs.

La caméra peut être tenue et manipulée comme un stylo ou par la poignée optionnelle, rendant la prise en main facile et rapide.

L'embout de la caméra est en plastique autoclavable. C'est la solution la plus hygiénique, en revanche, le nombre de cycles d'autoclavages est limité et l'embout doit donc être considéré comme un consommable.

Concernant l'enregistrement, il se fait en couleur, permettant une meilleure lecture des informations, en particulier des limites de préparations lorsqu'elles sont juxta-gingivales. Il ne nécessite pas de poudrage, mais nécessite un séchage des surfaces à enregistrer et des difficultés peuvent être rencontrées lors de l'enregistrement de surfaces très brillantes.

A la fin de l'empreinte optique, l'unité d'acquisition effectue un traitement numérique des données permettant d'éliminer les informations inutiles et erronées.

L'enregistrement peut se faire dans un format standard STL qui permet d'envoyer le fichier à n'importe quel laboratoire équipé d'un logiciel de conception numérique.

Un calibrage régulier de la caméra doit être effectué afin de maintenir un très haut niveau de précision d'empreinte.

Cette caméra est l'une des plus onéreuse et coûte 46 000 euros. Elle nécessite un abonnement annuel pour accéder à la plateforme d'échanges et profiter des mises à jour du logiciel, pour environ 3 000 euros par an. Elle nécessite également que le laboratoire s'équipe d'un logiciel 3Shape pour environ 4 000 euros pour lire et travailler sur les empreintes. Lui aussi devra payer un abonnement annuel d'environ 1 000 euros pour profiter des mises à jour.

La caméra TRIOS possède des applications en prothèse fixée, prothèse amovible, implantologie et orthodontie [(31,35)].

5.3.1.2 Réalisation de l'empreinte optique

Les étapes de réalisation de la prothèse sont donc reprises depuis la prise d'empreinte à l'aide du système d'empreinte optique TRIOS de 3Shape.

En premier lieu, la caméra intra-buccale est essayée en bouche pour s'assurer qu'elle ait suffisamment d'espace pour être manipulée dans la bouche de la patiente, et pour réaliser l'acquisition.

Finalement, l'ouverture buccale de la patiente permet tout juste le passage et la manipulation de la caméra intra-buccale.

Les empreintes, maxillaire et mandibulaire, sont donc faites, bien que l'acquisition de la perte de substance ne puisse être réalisée avec ce système (Figure 31).

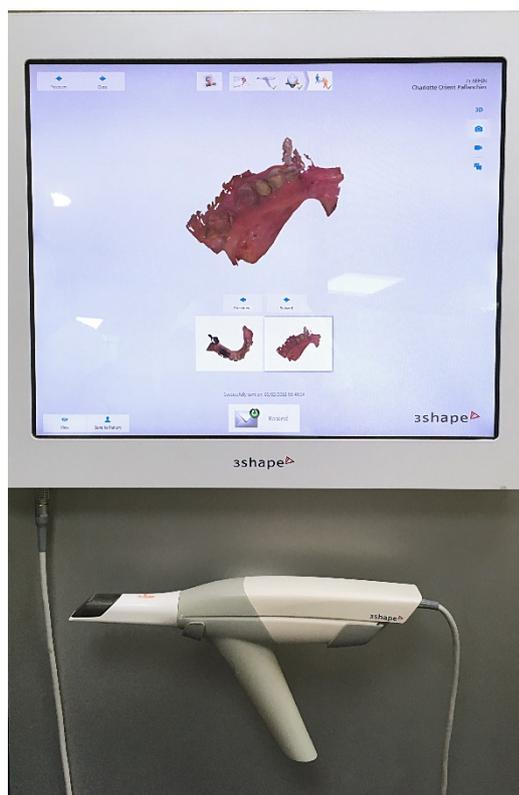


Figure 31 : réalisation de l'empreinte optique à l'aide du système TRIOS de 3Shape – photographie personnelle

Les empreintes terminées, les fichiers sont envoyés au laboratoire afin d'imprimer les modèles de travail issus de ces empreintes (Figures 32, 33, 34, 35).



Figure 32 : vue oclusale du modèle de travail mandibulaire – photographie personnelle



Figure 33 : vue oclusale du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle



Figure 34 : vue palatine du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle



Figure 35 : vue vestibulaire du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle

Pour terminer, il est demandé au laboratoire de réaliser, à partir de ces modèles, l'armature métallique de la prothèse obturatrice maxillaire, avec une grille en regard de la perte de substance.

5.3.2 Essayage de l'armature

Une armature pleine est réalisée par le laboratoire afin d'éviter tout passage des aliments sous l'armature lors des repas. Des crochets sont placés sur la 13 et la 15 avec une rétention mésiale, et sur la 17 avec une rétention distale.

La dent 14 ne possédant pas de forme anatomique, réaliser un crochet sur cette dent s'est avéré compliqué. Une coiffe de recouvrement jointive à l'armature est donc ajoutée pour venir englober cette dent (Figure 36, 37).

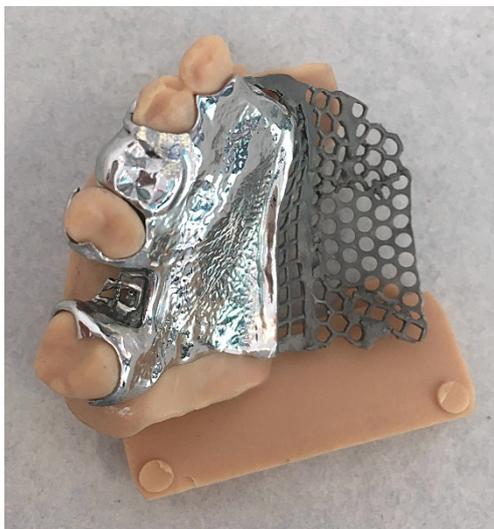


Figure 36 : vue occlusale de l'armature du stellite sur le modèle de travail – photographie personnelle



Figure 37 : vue vestibulaire de l'armature du stellite sur le modèle de travail – photographie personnelle

Lors de l'essayage, l'adaptation de l'armature est vérifiée (Figure 38), peu de modifications sont réalisées lors de cet essayage, seule l'occlusion est réglée.



Figure 38 : photos endo-buccales de l'essayage de l'armature métallique – photographies personnelles

Il est ensuite demandé au laboratoire d'ajouter de la cire sur la grille en regard de la perte de substance pour permettre l'enregistrement des limites de l'obturateur.

5.3.3 Enregistrement des limites de la perte de substance

Pour enregistrer les limites de la perte de substance, la cire est réchauffée. Une fois la cire molle, l'armature est insérée en bouche de manière à ce que la cire enregistre les contours de la perte de substance maxillaire.

On obtient alors l'empreinte en cire des limites de la perte de substance maxillaire. Cette étape détermine l'étanchéité de la future prothèse obturatrice et détermine les limites prothétiques.

L'armature avec l'obturateur en cire obtenu est ensuite envoyée au laboratoire pour réaliser l'obturateur en résine.

5.3.4 Essayage de l'obturateur

Un modèle de travail maxillaire (Figure 39) ainsi que l'obturateur en résine sont renvoyés par le laboratoire.



Figure 39 : modèle de travail maxillaire – photographie personnelle

L'obturateur en résine est essayé, ajusté, puis rebasé au Fitt de Kerr. Pour terminer cet obturateur, le laboratoire a finalement réalisé le rebasage de l'obturateur en résine dure (Figure 40).

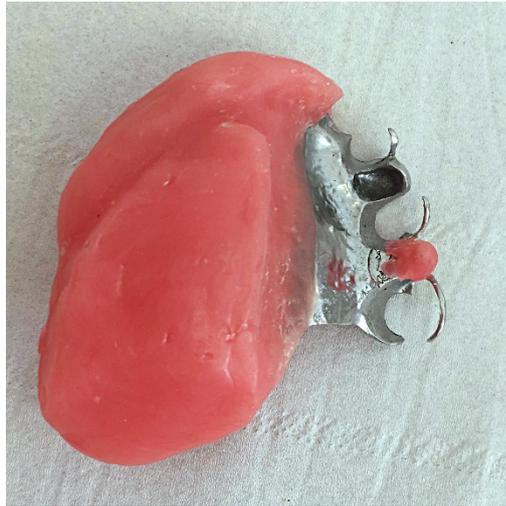


Figure 40 : photo de l'intrados de l'armature et de l'obturateur en résine – photographie personnelle

Un bourrelet d'occlusion en cire est ensuite demandé au laboratoire pour permettre l'enregistrement de la relation inter-maxillaire.

5.3.5 Enregistrement de la relation inter-maxillaire

Le bourrelet d'occlusion en cire est réglé de manière à être parallèle à la ligne bipupillaire dans le plan frontal, et parallèle au plan de Camper dans le plan sagittal. Le soutien de la joue et de la lèvre supérieure est vérifié.

Le bourrelet en cire est ensuite réchauffé, l'armature métallique soutenant l'obturateur et le bourrelet est inséré en bouche et la relation inter-maxillaire est enregistrée.

Après la prise de teinte, les modèles sont montés sur articulateur et le montage des dents sur cire est demandé au laboratoire.

5.3.6 Essayage de la maquette en cire

Pour le montage des dents sur cire, face aux exigences de la patiente qui comparait toujours beaucoup la prothèse en cours de réalisation à son ancienne prothèse, la volonté était de repartir sur la même base de montage des dents. C'est à dire d'utiliser des dents de même taille et forme que celles de l'ancienne prothèse et de les positionner de manière similaire.

Pour se faire, une empreinte à l'alginat de l'ancienne prothèse est réalisée et envoyée au laboratoire pour qu'il dispose d'un maximum d'information concernant le montage des dents précédant.

Le laboratoire a ainsi réalisé le montage des dents sur cire en respectant au maximum ces indications (Figure 41, 42).

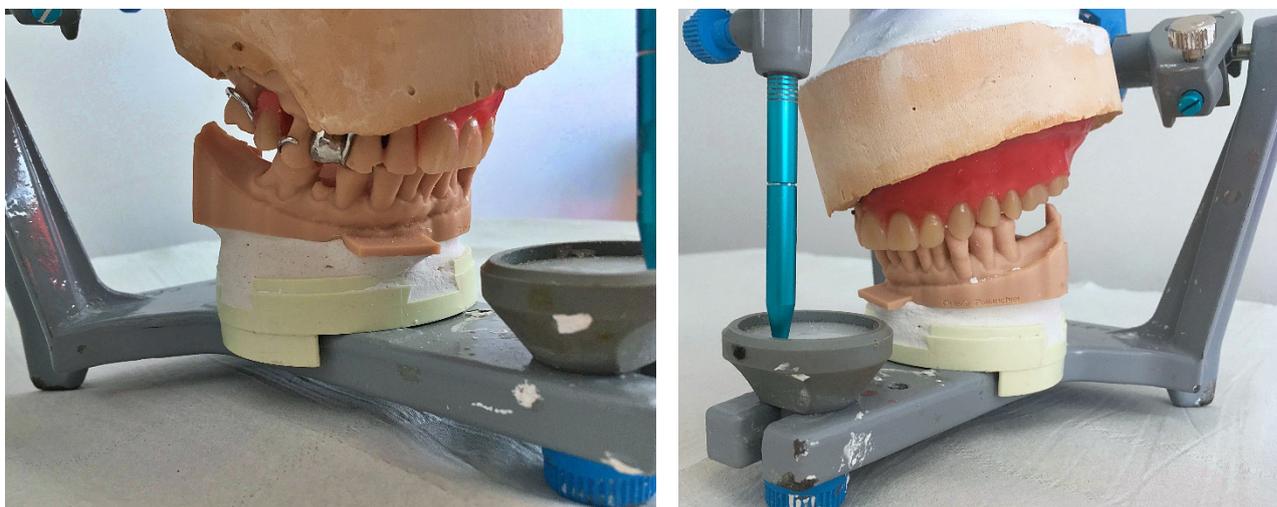


Figure 41 : photos du montage des dents sur cire – photographies personnelles

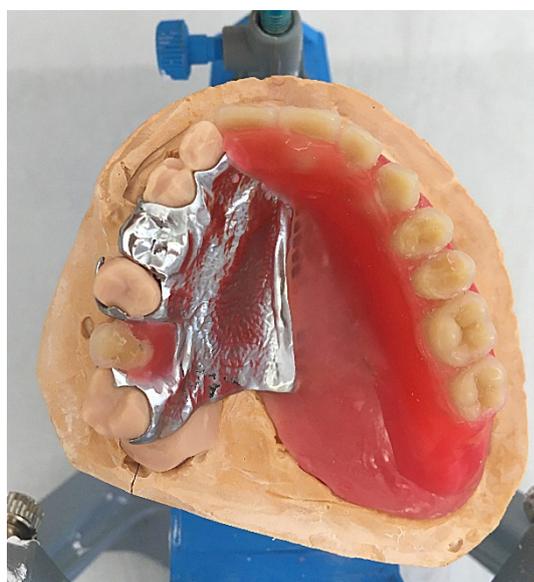


Figure 42 : vue occlusale du montage des dents sur cire – photographie personnelle

Le montage des dents sur cire est essayé (Figure 43) et quelques petits ajustements sont effectués. L'occlusion est réglée. L'étanchéité de la maquette est vérifiée en faisant avaler une gorgée d'eau à la patiente. L'élocution est également contrôlée.

La patiente ayant validé le montage, la prothèse est envoyée au laboratoire pour polymérisation de la cire.



Figure 43 : *essayage du montage des dents sur cire en bouche – photographies personnelles*

5.3.7 Livraison

Lors de la livraison, la prothèse est essayée (Figures 44, 45), les limites prothétiques sont contrôlées, des retouches plus ou moins importantes sont notamment effectuées en antérieur afin de désépaissir la résine.

L'étanchéité de l'obturateur est, une nouvelle fois, contrôlée : un verre d'eau est donné à boire à la patiente. La patiente a pu avaler l'eau sans qu'elle ne passe par les cavités nasales.

L'occlusion est ajustée.



Figure 44 : *photo endo-buccale de la prothèse obturatrice – photographie personnelle*



Figure 45 : photo de la prothèse obturatrice en bouche lors du sourire – photographie personnelle

5.3.8 Doléances

La patiente est revue 1 semaine plus tard (Figure 46).

Quelques ajustages sont nécessaires, notamment au niveau des limites prothétiques, une petite blessure au niveau de la joue est remarquée. La résine en regard est donc meulée.

En dépit de cette blessure, la patiente s'est habituée à cette nouvelle prothèse, aucun problème de mastication, de déglutition ou d'élocution n'est rapporté par cette dernière.



Figure 46 : photo exo-buccale de la patiente portant sa nouvelle prothèse obturatrice – photographie personnelle

6. Conclusion

De nombreuses difficultés ont été rencontrées lors de la réhabilitation orale de cette patiente. La plus grande difficulté ayant été l'ouverture buccale limitée de la patiente compliquant grandement la prise d'empreinte.

Les méthodes d'empreintes traditionnelles ont fait leur preuve, mais dans ce cas, leur utilisation a d'abord abouti à un échec. L'empreinte optique a ainsi offert une bonne alternative aux empreintes traditionnelles. Elle a permis de réaliser une empreinte partielle de l'arcade de bonne qualité malgré la faible ouverture buccale et a ainsi permis d'aboutir au succès de cette réhabilitation prothétique complexe.

Cette réhabilitation prothétique a donc finalement été un succès grâce à l'empreinte optique, cependant elle aurait pu être facilitée et même peut être exécutée de manière traditionnelle si la patiente avait poursuivi ses exercices de rééducation orale. En effet, la rééducation orale de ces patients fait partie intégrante de leur traitement. Elle va permettre notamment de limiter la constriction des mâchoires et ainsi de faciliter la réhabilitation prothétique de ces patients.

Liste des figures

Figure 1 : évaluation de l'ouverture buccale – Photographie personnelle.....	20
Figure 2 : diagramme de Farrar normaux – P.H Dupas [8].....	21
Figure 3 : obturateur en cire adapté à la perte de substance, intrados puis extrados possédant un cube permettant le repositionnement dan l’empreinte – photographie du Dr C. Lefèvre.....	45
Figure 4 : enregistrement des limites d’une perte de substance à l’aide d’un obturateur en cire – photographie du Dr C. Lefèvre.....	45
Figure 5 : empreinte globale du maxillaire avant repositionnement de l’obturateur en cire, puis après repositionnement de l’obturateur en cire – photographie du Dr C. Lefèvre.....	46
Figure 6 : empreinte du joint périphérique à l’aide d’un polyéther – D. Ferhat [23].....	47
Figure 7 : empreinte globale réalisée avec un polysulfure de basse viscosité – D. Ferhat [23].....	48
Figure 8 : empreinte secondaire mandibulaire réalisée à l’aide de polysulfures – H. Thomas [28].....	50
Figure 9 : schéma représentatif de la méthode par projection d’un point – F. Flonck – B. Delaunay [36, 37].....	54
Figure 10 : schéma représentatif de la méthode par projection d’une ligne – F. Flonck [36].....	55
Figure 11 : schéma représentatif de la méthode par projection de masque – F. Flonck – B. Delaunay [36, 37].....	56
Figure 12 : schéma représentatif de la méthode du moiré électronique – F. Flonck – B. Delaunay [36,37].....	57
Figure 13 : méthode par imagerie confocale parallèle – F. Flonck [36].....	58
Figure 14 : illustration de l’active Wavefront Sampling – S. Logozzo et al. [39].....	59
Figure 15 : (a) photo intra-orale avant traitement. (b) empreinte numérique réalisée avec la caméra intra-orale – J-H. Park et al. [41].....	63
Figure 16 : conception assistée par ordinateur de l’armature – J-H. Park et al. [41].....	63
Figure 17 : (b) armature imprimée en résine. (c) armature métallique sur le modèle imprimé en résine – J-H. Park et al. [41].....	63

Figure 18 : (a) empreinte de la perte de substance utilisant l'armature métallique. (b) montage en cire sur le modèle modifié. (c) prothèse finale – J-H. Park et al [41].....	64
Figure 19 : photo exo-buccale de la patiente avec son appareil amovible – photographie personnelle.....	66
Figure 20 : photo exo-buccale de la patiente évaluant son ouverture buccale – photographie personnelle	67
Figure 21 : photos endo-buccales de la perte de substance maxillaire – photographies personnelles	68
Figure 22 : photos exo-buccales avec l'appareil amovible en bouche, lors du sourire, puis du sourire forcé – photographies personnelles	69
Figure 23 : photo endo-buccale de la prothèse obturatrice – photographie personnelle	70
Figure 24 : réalisation de la clé en silicone du stellite maxillaire – photographies personnelles.....	72
Figure 25 : photo de l'empreinte de la prothèse obturatrice – photographie personnelle	73
Figure 26 : photo du modèle en plâtre issu de la coulée de l'empreinte primaire mandibulaire – photographie personnelle	73
Figure 27 : photo de la fabrication du porte-empreinte individuel maxillaire en résine sur l'empreinte de la prothèse obturatrice existante – photographie personnelle	74
Figure 28 : photo de l'intrados du porte-empreinte individuel maxillaire – photographie personnelle	74
Figure 29 : photos du marginage réalisé avec de la Permadyne orange – photographies personnelles.....	75
Figure 30 : photo de l'empreinte secondaire maxillaire – photographie personnelle.....	75
Figure 31 : réalisation de l'empreinte optique à l'aide du système TRIOS de 3Shape – photographie personnelle.....	78
Figure 32 : vue occlusale du modèle de travail mandibulaire – photographie personnelle.....	79
Figure 33 : vue occlusale du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle	79
Figure 34 : vue palatine du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle....	79
Figure 35 : vue vestibulaire du modèle de travail maxillaire – photographie personnelle	79

Figure 36 : vue occlusale de l'armature du stellite sur le modèle de travail – photographie personnelle	80
Figure 37 : vue vestibulaire de l'armature du stellite sur le modèle de travail – photographie personnelle.....	80
Figure 38 : photos endo-buccales de l'essayage de l'armature métallique – photographies personnelles.....	80
Figure 39 : modèle de travail maxillaire – photographie personnelle	81
Figure 40 : photo de l'intrados de l'armature et de l'obturateur en résine – photographie personnelle.....	82
Figure 41 : photos du montage des dents sur cire – photographies personnelles.....	83
Figure 42 : vue occlusale du montage des dents sur cire – photographie personnelle....	83
Figure 43 : essayage du montage des dents sur cire en bouche – photographies personnelles.....	84
Figure 44 : photo endo-buccale de la prothèse obturatrice – photographie personnelle	84
Figure 45 : photo de la prothèse obturatrice en bouche lors du sourire – photographie personnelle	85
Figure 46 : photo exo-buccale de la patiente portant sa nouvelle prothèse obturatrice – photographie personnelle.....	85

Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau récapitulatif des caractéristiques des matériaux d’empreinte et de leur indication en prothèse maxillo-faciale – Vigarios et al. – Nadia et al. [18, 20].....40

Références bibliographiques

1. Rapidis AD, Dijkstra PU, Roodenburg JLN, Rodrigo JP, Rinaldo A, Strojan P, et al. Trismus in patients with head and neck cancer: etiopathogenesis, diagnosis and management. *Clin Otolaryngol.* 2015;40(6):516-26.
2. Santiago-Rosado LM, Lewison CS. Trismus. In: Santiago-Rosado LM, Lewison CS. *StatPearls*. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2019.
3. André M. Limitation de l'ouverture buccale : étiologies, diagnostiquer le caractère transitoire ou permanent, conduite à tenir. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Nancy : Université Henri Poincaré - Nancy I Faculté d'Odontologie; 2012.
4. Dhanrajani P, Jonaidel O. Trismus: aetiology, differential diagnosis and treatment. *Dent Update.* 2002;29(2):88-94.
5. Rieder CE. Maximum mandibular opening in patients with and without a history of TMJ dysfunction. *J Prosthet Dent.* 1978;39(4):441-6.
6. Mezitis M, Rallis G, Zachariades N. The normal range of mouth opening. *J Oral Maxillofac Surg.* 1989;47(10):1028-9.
7. Munier F. Traitement des dysfonctions crano-mandibulaires : un carrefour multidisciplinaire. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Nancy : Université de Lorraine Faculté d'Odontologie; 2013.
8. Dupas PH. Le dysfonctionnement crano-mandibulaire : comment le diagnostiquer et le traiter?. Editions CdP; 2011.
9. Strojan P, Hutcheson KA, Eisbruch A, Beitler JJ, Langendijk JA, Lee AWM, et al. Treatment of late sequelae after radiotherapy for head and neck cancer. *Cancer Treat Rev.* 2017;59:79-92.
10. Wu VWC, Lam Y. Radiation-induced temporo-mandibular joint disorder in post-radiotherapy nasopharyngeal carcinoma patients: assessment and treatment. *J Med Radiat Sci.* 2016;63(2):124-32.
11. Ichimura K, Tanaka T. Trismus in patients with malignant tumours in the head and neck. *J Laryngol Otol.* 1993;107(11):1017-20
12. Louise Kent M, Brennan MT, Noll JL, Fox PC, Burri SH, Hunter JC, et al. Radiation-induced trismus in head and neck cancer patients. *Support Care Cancer.* 2008;16(3):305-9
13. Teguh DN, Levendag PC, Voet P, Van Der Est H, Noever I, De Kruijf W, et al. Trismus in patients with oropharyngeal cancer: Relationship with dose in structures of mastication apparatus. *Head Neck.* 2008;30(5):622-30.

14. Scherpenhuizen A, Van Waes AMA, Janssen LM, Van Cann EM, Stegeman I. The effect of exercise therapy in head and neck cancer patients in the treatment of radiotherapy-induced trismus: A systematic review. *Oral Oncol.* 2015;51(8):745-50.
15. Lee LY, Chen SC, Chen WC, Huang BS, Lin CY. Postradiation trismus and its impact on quality of life in patients with head and neck cancer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;119(2):187-95.
16. Ponchant A. Rééducation des troubles oro-faciaux en prothèse maxillo-faciale : Fiches pratiques. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Lille : Université de Lille Faculté de Chirurgie Dentaire; 2019.
17. Chauvel B, Turpin YL. (page consultée le 05/11/19). Les matériaux à empreinte, [Support de cours, SFBD]. Accessible sur : <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap13/site/html/cours.pdf>
18. Vigarios E, Destruhaut F, Pomar P, Dichamp J, Toulouse E. La prothèse maxillo-faciale. CDP; 2015. 180 p.
19. Benoist M, Lecacheux B, Leydier MC, Psaume J, Cernéa P. Réhabilitation et prothèse maxillo-faciales. Paris: Julien Prélat; 1978. 454 p.
20. Merzouk N, Berrada S, Benfdil F, Abdedine A. Critères de choix des matériaux et techniques d'empreinte en Prothèse Amovible Partielle. *Actual Odontol-Stomatol.* 2008;(243):265-78.
21. Dujols H. Approche prothétique et occlusale dans les pertes de substance mandibulaires interruptrices. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Toulouse : Université Toulouse III - Paul Sabatier Faculté de Chirurgie Dentaire; 2016.
22. Ferhat D. Réhabilitation orale après perte de substance mandibulaire interruptrice latérale chez l'édenté total : à propos d'un cas clinique. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Lyon : Université Claude Bernard-Lyon I UFR d'Odontologie; 2015.
23. Prakash V. Prosthetic rehabilitation of edentulous mandibulectomy patient: A clinical report. *Indian J Dent Res.* 2008;19(3):257.
24. Zunzarren R. Guide clinique d'odontologie. Elsevier Masson; 2014. 376 p.
25. Azhari M, Rokhssi H, Benfdil F, Merzouk N, Bentahar O. La réhabilitation prothétique d'une perte de substance vélo-palatine : à propos d'un cas clinique. *Actual Odonto-Stomatol.* 2017;(286).
26. Thomas H. Conception et fabrication des obturateurs palatins: approche sur l'apport de l'assistance par ordinateur. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Bordeaux : Université de Bordeaux Collège des Sciences de la Santé UFR des Sciences Odontologiques; 2016.

27. Pourkier A. Évaluation et comparaison de différents modes d'acquisition d'une perte de substance maxillaire: méthode classique versus CFAO. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Bordeaux : Université de Bordeaux Collège des Sciences de la Santé UFR des sciences Odontologiques; 2018.
28. Dubertrand M. Empreintes en prothèse amovible complète conventionnelle: historique et état des lieux. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Nice : Université Nice-Sophia Antipolis Faculté de Chirurgie Dentaire; 2018.
29. Jain L, Aeran H, Sharma N. Prosthetic management of hemimandibulectomy patient. *Int J Oral Health Dent.* 2017;3(3):195-98.
30. Soenen A, Pia JP. Empreintes conventionnelles versus empreintes optiques. *Inf Dent.* 2015;(29):1-7.
31. Cazier S, Moussaly C. Description of the various digital impression systems. *Rev Odont Stomat.* 2012;42:107-118.
32. Descamps F. Pratique de l'empreinte en prothèse fixée. Editions CdP; 2012.-137 p.
33. Unger F. Concepts cliniques en innovation zircone et CFAO. Paris: SNPMD; 2005. 132 p.
34. Flonck F. L'empreinte optique: étude comparative de la répétabilité intra-système [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Strasbourg: Université de Strasbourg Faculté de Chirurgie Dentaire; 2016.
35. Delaunay B. Comparaison des systèmes d'empreintes optiques accessibles aux chirurgiens-dentistes dans leurs cabinets en 2015. [Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Nancy: Université de Lorraine Faculté d'Odontologie; 2016.
36. Perelmuter S, Duret F, Lelièvre F, Lecardonnel A, Chéron R. La prothèse céramo-céramique par CFAO. Paris: Quintessence international; 2009. 122 p.
37. Logozzo S, Zanetti E, Franceschini G, Kilpela A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt Lasers Eng.* 2013;54:203–221.
38. Commalonga H, Picart B. Empreinte optique et prothèse maxillo-faciale. *AONews* [En ligne]. Avril 2019, N°25, [consulté le 07/10/19]. Disponibilité sur internet: <http://www.aonews-lemag.fr/ao-25-empreinte-optique-et-prothese-maxillo-faciale-avril-2019/>
39. Park JH, Lee KS, Lee JY, Shin SW. Fabricating a Maxillary Obturator Using an Intraoral Digital Impression: A Case History Report. *Int J Prosthodont.* 2017;30:266-68

40. Collège hospitalo-universitaire français de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie. (page consultée le 06/12/19). Examen de la face et de la cavité buccale, [En ligne]. <http://campus.cerimes.fr/chirurgie-maxillo-faciale-et-stomatologie/enseignement/face/site/html/cours.pdf>

L'empreinte optique : alternative aux méthodes d'empreinte traditionnelles en cas de limitation d'ouverture buccale en prothèse maxillo-faciale / **Charlène PLANCQ** - f. (95): ill. (46) ; réf. (40).

Domaine : Prothèse maxillo-faciale

Mots clés RAMEAU : Prothèses maxillofaciales ; Empreintes dentaires

Mots clés FMeSH : Prothèse maxillofaciale ; Trismus ; Technique de prise d'empreinte

Mot clé libre : Empreinte optique

La prise en charge des cancers des voies aéro-digestives supérieures est le plus souvent chirurgicale, associée à de la radiothérapie et / ou de la chimiothérapie. Fréquemment, ces traitements aboutissent à une limitation d'ouverture buccale, cette dernière compliquant grandement la réhabilitation prothétique de ces patients.

Cette thèse a pour vocation de présenter l'empreinte optique comme une solution alternative aux méthodes d'empreinte traditionnelles pour ces patients dont la limitation d'ouverture buccale complique voire empêche la réhabilitation de leur perte de substance orale.

JURY :

Président : Pr Thomas COLARD

Assesseurs : Dr Claude LEFEVRE

Dr Nicolas HELOIRE

Dr Jérôme VANDOMME